

Yhteistyön piirteet virtuaalitilassa

Vilma Saloranta

Tampereen yliopisto
Informaatiotieteiden yksikkö
MDP in Human-Technology Interaction
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Tarja Tiainen
Joulukuu 2016

Tampereen yliopisto
Informaatiotieteiden yksikkö
Master's Degree Programme in Human-Technology Interaction
Tekijän Nimi: Vilma Saloranta
Pro gradu -tutkielma, 59 sivua
Joulukuu 2016

Virtuaalitodellisuuden ja virtuaaliympäristöjen käyttö yleistyy monilla aloilla ja monissa tehtävissä. Paljon on keskitytty näiden ympäristöjen tekniseen toteutukseen ja ihmisen ja teknologian yhteistyöhön. Virtuaaliympäristöissä käyttäjien näkökulma ja se, miten he kokevat ihmisten välisen yhteistyön, on kuitenkin tärkeää, sillä teknologia tuo yhteistyöhön ja ihmisten väliseen vuorovaikutukseen haastavan lisäelementin.

Tämän tutkielman tavoitteena on saada selville, millaista yhteistyö pienryhmissä on ulkopuolisen tarkkailijan näkökulmasta silloin, kun pienryhmän toiminta on sen jäsenten itsensä mielestä onnistunutta tai epäonnistunutta. Tutkielma tarkastelee pienryhmien yhteistyötä CAVE-virtuaalitilassa. CAVE on yksi immersiivisimmistä virtuaalitodellisuusjärjestelmistä, jota myös useampi käyttäjä voi käyttää samaan aikaan ja jossa käyttäjät voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään. Tutkimusmenetelmänä käytetään videoanalyysiä, joka toteutettiin manuaalisesti videomateriaalia katsomalla ja kuuntelemalla, havaintoja ylös kirjaamalla ja analysoimalla.

Tutkimuksessa löydettiin kaksi piirrettä, jotka erottivat onnistuneita ja epäonnistuneita pienryhmiä. Onnistuneissa pienryhmissä ryhmäläisten aktiivisuus jakautui tasaisemmin kuin epäonnistuneissa pienryhmissä. Epäonnistuneissa pienryhmissä taas esiintyi ryhmätasolla tiheämmin hiljaisuutta kuin onnistuneissa pienryhmissä. Havaitut tutkimustulokset auttavat ohjaajia havaitsemaan VE-tiloissa toteutettavien yhteistyöprosessien aikana ryhmien ulkopuolelta hetkiä ja piirteitä, jotka viestivät yhteistyön ongelmista. Tarvittaessa ohjaaja voi puuttua yhteistyöhön ja parantaa sen tuloksia ja osallistujien kokemuksia heti jo saman yhteistyöprosessin aikana. Yhteistyön optimoimiseksi ohjaajan tulee varmistaa kaikkien ryhmäläisten osallistuminen yhteistyöhön kannustamalla heitä verbaaliseen ja fyysiseen aktiivisuuteen.

Avainsanat ja -sanonnat: virtuaaliympäristö, CAVE, yhteistyö, pienryhmä, kommunikaatio, verbaalinen kommunikaatio, nonverbaalinen kommunikaatio, videoanalyysi.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
2. Tieteellinen tausta	4
2.1. Yhteistyö.....	4
2.2. Kommunikaatio	6
2.2.1. Verbaalinen kommunikaatio	7
2.2.2. Nonverbaalinen kommunikaatio	8
2.2.3. Verbaalinen vs. nonverbaalinen kommunikaatio	10
2.3. Virtuaaliympäristöt.....	11
2.3.1. Virtuaalimaailmat.....	12
2.3.2. CAVE-tilat	14
2.3.3. Tehostettu todellisuus.....	16
2.4. Yhteistyö virtuaaliympäristöissä	17
3. VE-Bike-taustatutkimus.....	19
3.1. VE-Bike-tutkimuksen esittely	19
3.2. VE-Bike-tutkimuksen pienryhmien luokittelu	22
3.3. VE-Bike-tutkimuksen tulokset	23
4. Videoanalyysi	25
4.1. Videoanalyysi kirjallisuudessa	25
4.2. Videoanalyysi Yhteistyön piirteet virtuaalitilassa -tutkimuksessa.....	28
4.3. VE-Bike-tutkimuksesta saatu aineisto.....	29
4.4. Videoiden tutkiminen	33
4.4.1. 1. vaihe: toimintokoodit	34
4.4.2. Kehon asennot ja liikkeet	35
4.4.3. 2. vaihe: jatkoanalyysiin valitut kommunikaatiotoiminnot.....	38
4.5. 3. vaihe: kerätyn datan jatkoanalysointi	39
5. Tulokset.....	41
5.1. Aktiivisuuden määrä yksilötasolla	41
5.2. Hiljaisuuden tiheys ryhmätasolla.....	43
5.3. Ei havaittua vaikutusta pienryhmien koettuun onnistumiseen	45
5.3.1. Asennot yksilö- ja ryhmätasolla.....	45
5.3.2. Ohjaimen kierrättäminen pienryhmissä	47
5.3.3. Pienryhmien suoriutumisajat.....	48
6. Pohdinta.....	50
6.1. Tulosten arviointia.....	50
6.2. Tutkimusprosessin ja aineiston pohdintaa.....	50
6.3. Jatkotutkimusehdotuksia	52
6.4. Tulosten anti käytäntöön	53
7. Yhteenveto	54
Lähdeluettelo	56

1. Johdanto

Virtuaalitodellisuuden (virtual reality, VR) ja virtuaaliympäristöjen (virtual environment, VE) käyttö yleistyy monilla aloilla ja niitä hyödynnetään yhä uusissa tehtävissä. Sisäänsäsulkevat eli immersiiiviset VE:t mahdollistavat fyysisen maailman kokemusten ja tilanteiden simuloimisen siellä, missä näitä kokemuksia olisi vaikeaa tai mahdotonta jäljitellä tai kokea kuluja tai toteutettavuuden takia [Young et al., 2015]. Nämä kokemukset voivat myös olla simuloidussa kolmiulotteisessa tilassa kahden tai useamman ihmisen yhdessä kokemia [Young et al., 2015].

Yhteistyössä käytettäviä VE:tä käytetään monissa ammatillisissa tilanteissa ja tehtävissä, kuten videoneuvotteluissa [katso esim. Kauff & Schreer, 2002], molekyylihallinnassa [katso esim. Chastine et al., 2005] sekä tieteellisessä visualisoinnissa [katso esim. Park et al., 2000]. Ammatillisen käytön lisäksi koulutus [katso esim. Johnson et al., 1998] ja viihde, kuten massiiviset monen pelaajan verkkopelit [katso esim. Ducheneaut et al., 2006] hyödyntävät VE:tä ja sen tarjoamia mahdollisuuksia yhteistyöhön. [Young et al., 2015]

Paljon on keskitytty näiden virtuaalisten ympäristöjen tekniseen toteutukseen sekä miten yhden käyttäjän toiminta tai usean käyttäjän yhdessä toimiminen käytännössä teknisesti onnistuu. Kiinnostus ja tutkimus ovat kohdistuneet ihmisen ja tekniikan yhteistyöhön ja miten tämän yhteistyön toimivuus saadaan huippuunsa [katso esim. Gabrielova & Lopes, 2014 ja Nan et al., 2014]. Ihmisen ja teknologian välisen yhteistyön toimivuuden lisäksi on tärkeää varmistaa, että myös ihmisten välinen yhteistyö ja vuorovaikutus VE-tiloissa toimivat. VE:ssä suoritettavaa yhteistyötä ei ole kuitenkaan juurikaan tutkittu ihmisten välisen yhteistyön näkökulmasta ja osallistujien kokemusten kautta.

On suhteellisen helppoa nähdä, kun ihmisen ja teknologian välinen yhteistyö ei toimi. On kuitenkin vaikeampaa havaita, kun ihmisten välisessä yhteistyössä esiintyy ongelmia. Tehtävä voidaan suorittaa onnistuneesti loppuun, vaikka osallistujien yhteistyö ei toimikaan optimaalisesti. Se, onko ihmisten välinen yhteistyö onnistunut vai ei, riippuu tehtävän onnistumisen lisäksi pitkälti ihmisten omista kokemuksista. Tätä osallistujien kokemuksiin keskittävää tutkimusta on tehty vähän. Esimerkkeinä näistä tutkimuksista ovat Kleinsmannin ja Valkenburgin [2008] tutkimus jaetun ymmärryksen luomisen esteistä ja mahdollistajista yhteistyöprosessissa sekä Steenin ja muiden [2013] tutkimus siitä, tukeeko tekninen laite kommunikaatiota yhteistyöprosessissa. Tässä tutkielmassa

esitelty Yhteistyön piirteet virtuaalitallassa -tutkimus keskittyy puolestaan siihen, miten yhteistyönsä VE-tilassa onnistuneeksi ja epäonnistuneeksi kokevat ryhmät eroavat ulkopuolisen tarkkailijan näkökulmasta.

Käyttäjien näkökulma ja kokemus ihmisten välisestä yhteistyöstä näissä virtuaalisissa ympäristöissä ja teknologian välityksellä on tärkeää, sillä teknologia tuo lisäelementin yhteistyöhön ja ihmisten väliseen vuorovaikutukseen. Yhteistyökumppanien ja itse tehtävän lisäksi mukaan tulee teknologia, joka kilpailee ihmisten huomiosta ja saattaa rajoittaa tai jopa estää muiden osallistujien lähettämien nonverbaalisten viestien havaitsemisen.

VE:ssä suoritettavan ihmisten välisen yhteistyön tutkiminen on oleellista näinä aikoina, sillä VE:ssä tehtävä yhteistyö yleistyy monilla aloilla, niin työssä, koulutuksessa kuin viihdekäytössäkin. Yhteistyön sujuminen on ihmisten välisten suhteiden, hyvinvoinnin ja tehtävän onnistumisen kannalta tärkeää ja välillä kriittistäkin, joten on pyrittävä varmistamaan sen mahdollisimman hyvä sujuminen niin osallistujien itsensä kuin tehtävänkin vuoksi.

Yhteistyön ongelmien havaitseminen ulkoapäin antaa muille, kuten opettajalle, esimiehelle tai fasilitaattorille, mahdollisuuden vaikuttaa yhteistyöhön, sen kulkuun ja kehittymiseen kesken yhteistyöprosessin. Näin voidaan parantaa osallistujien kokemuksia ja yhteistyön lopputuloksia. Mahdollisimman hyvän ja onnistuneen ihmisten välisen yhteistyön varmistaminen ihmisten ja teknologian välisen yhteistyön lisäksi mahdollistaa VR:n, VE:n ja virtuaalitekniikan käytön entistä laajemmilla aloilla ja yhä uusissa haasteellisissa tehtävissä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää:

Millaista yhteistyö on pienryhmissä ulkopuolisen tarkkailijan näkökulmasta silloin, kun pienryhmän toiminta on ryhmäläisten mielestä onnistunutta tai epäonnistunutta?

Tarkemmin tutkitaan, mitkä piirteet erottavat yhteistyössään onnistuneet ja epäonnistuneet ryhmät toisistaan. Erona aikaisempiin tutkimuksiin on videotallenteiden käyttö materiaalina, videoanalyysin käyttö tutkimusmenetelmänä sekä pienryhmäläisten itsearviointi yhteistyön onnistumisen mittarina. Tutkimuksen aineistona käytetään Tiaisen ja Ellmanin [2015] Product Co-Creation in Virtual Environment eli VE-Bike-tutkimuksessa kerättyä videomateriaalia.

Saavutetut tutkimustulokset viittaavat sekä yksilö- että ryhmätason eroihin onnistuneiden ja epäonnistuneiden pienryhmien välillä. Yksilötason aktiivisuus jakautui ryhmäläisten kesken tasaisemmin onnistuneissa pienryhmissä kuin epäonnistuneissa pienryhmissä. Ryhmätason hiljaisuutta taas esiintyi tiheämmin epäonnistuneissa kuin onnistuneissa pienryhmissä.

Tutkielman luvussa kaksi tarkastellaan lähemmin yhteistyötä, kommunikaatiota ja sen osa-alueita sekä VE:tä ja yhteistyötä VE:ssä. Luvussa kolme esitellään tämän tutkimuksen pohjana ollut VE-Bike-tutkimus. Neljännessä luvussa kuvaillaan videoanalyysiä tutkimusmenetelmänä kirjallisuuden pohjalta sekä miten videoanalyysi tässä tutkimuksessa toteutettiin. Viidennessä luvussa esitetään tulokset; mitkä piirteet erottivat yhteistyössään onnistuneet ja epäonnistuneet pienryhmät toisistaan ja missä piirteissä ei havaittu pienryhmien välisiä merkitseviä eroja. Tulosten jälkeen luvussa kuusi keskitytään tulosten herättämään pohdintaan, ja lopuksi luvussa seitsemän tiivistetään tämän tutkielman ja tutkimuksen pääkohdat yhteenvedona.

2. Tieteellinen tausta

Tässä luvussa esitellään, mitä kirjallisuudessa ja tutkimuksissa on kerrottu yhteistyöstä, kommunikaatiosta ja virtuaaliympäristöistä. Tarkoituksena on esitellä Yhteistyön piirteet virtuaalitilassa -tutkimukseen liittyvää teoriataustaa ja yleisimpiä käsitteitä. Ensimmäisenä käsitellään yhteistyötä ja sen eri määritelmiä. Kommunikaatio-osiossa esitellään verbaalinen ja nonverbaalinen kommunikaatio, sekä vertaillaan näitä keskenään. Lopuksi kuvataan virtuaaliympäristöjä sekä niissä toteutettavaa yhteistyötä.

2.1. Yhteistyö

Yhteistyöstä löytyy useita määritelmiä. Tekniikan alalta yhteistyön on määritelty tarkoittavan kahta tai useampaa ihmistä vuorovaikutuksessa toistensa kanssa, yhden tai useamman aikajakson ajan, työskentelemässä kohti yhteisiä päämääriä [Patel et al., 2012]. Toinen määritelmä informaatiotieteiden alalta määrittelee yhteistyön prosessiksi, jossa ihmiset työskentelevät yhdessä ja yleensä tuntevat toistensa, ja jossa on vähintään mahdollisuuksia antaa palautetta toistensa ideoista ja työstä [Herrmann et al., 2013]. Nämä määritelmät kuvaavat paljon tässä tutkimuksessa analysoitua pienryhmissä toteutettua yhteistyötä. Sen lisäksi, että niiden tarjoama kuvaus yhteistyöstä sopii hyvin tässä tutkimuksessa analysoituun yhteistyöhön, niiden sovellusalue on luonnontieteellinen, kuten tämä tutkimuskin.

Koulutus- ja opetusosalta yhteistyöstä löytyy seikkaperäinen kuvaus, jonka mukaan yhteistyö on muodollista tai epämuodollista yhteistä suunnittelua, päätöksentekoa ja ongelmanratkaisua, joka on suunnattu kohti yhteistä päämäärää [Engelbrecht, 2004]. Tämän määritelmän mukaan yhteistyö ei ole päämäärä itsessään, vaan ennemminkin aikaansaava, dynaaminen ja jatkuva prosessi, jota yksilöt hyödyntävät vuorovaikutteisissa suhteissaan työskennellessään yhdessä yhteisesti määriteltyä konkreettista lopputulosta kohti [Engelbrecht, 2004]. Yhteistyö sisältää ideoiden jakamista ja yhdessä työskentelyä eri puitteissa vastavuoroisen kunnioituksen, tuen, luottamuksen, avoimen kommunikaation, yhteisymmärryksen perustuvan päätöksenteon ja yhteisen omistajuuden ilmapiirissä [Engelbrecht, 2004]. Yhteistyö on myös tasa-arvoisten osapuolten osallistumista, mikä ei tarkoita, että yksilöt omaavat samat kokemukset, tietämykset tai taidot, vaan että he tuovat ainutlaatuisen näkökulman, kokemukset, tietämyspohjat ja henkilökohtaiset uskomusjärjestelmät, joilla on yhtäläinen painoarvo [Engelbrecht, 2004]. Tässä tutkimuksessa analysoidusta pienryhmissä

toteutetusta yhteistyöstä voi löytää lähes kaikki Engelbrechtin mainitsemat yhteistyön ominaisuudet.

Psykologian alalta on esitetty hieman laveampi yhteistyön määritelmä. Sen mukaan yhteistyöhön kuuluu sosiaalinen aktiivisuus työssä, vapaa-ajalla ja ihmissuhteissa, sekä yhteisten toimien koordinointi, kommunikaatio ja sosiaalinen vuorovaikutus [Argyle, 2013]. Engelbrechtistä eroten Argylen mukaan yhteistyö sisältää myös kohtaamiset ja suhteet, joissa päämäärä ja lopputulos ovat yksinkertaisesti suhde itsessään tai yhteinen toiminta. Hänen mukaansa se sisältää myös kommunikaation ja vuorovaikutuksen, joissa yhteistyö koostuu koordinaatiosta palvellessaan muita päämääriä.

Tässä tutkimuksessa käytetään Patelin ja muiden [2012] yhteistyön määritelmää. Tämän määritelmän kuvaama yhteistyö vastaa hyvin tässä tutkimuksessa tutkittua ja analysoitua pienryhmissä toteutettua yhteistyötä, jossa kolme henkilöä toimi vuorovaikutuksessa toistensa kanssa yhden aikajakson ajan, työskennellen kohti yhteistä päämäärää. Yhteistyön eri määritelmien pääpiirteet on koottu taulukkoon 1.

	Päämäärä	Prosessi	Osallistuja
Engelbrecht, 2004	yhteisesti määritelty konkreettinen lopputulos	yhteistä suunnittelua, päätöksentekoa ja ongelmanratkaisua, aikaansaava, dynaaminen ja jatkuva	tasa-arvoinen, tuottavuuden, näkökulman, kokemukset, tietämispohjan ja henkilökohtaisen uskomusjärjestelmän
Herrmann et al., 2013	-	yhdessä työskentelyä, palautetta toisten ideoista ja työstä	kaksi tai useampi, työskentelevät yhdessä, tuntevat toisensa
Patel et al., 2012	useampi yhteinen päämäärä	vuorovaikutusta toisten kanssa, yhden tai useamman aikajakson ajan, työskentelyä	kaksi tai useampi
Argyle, 2013	myös suhteet itsessään tai yhteinen toiminta	sosiaalinen aktiivisuus työssä, vapaa-ajalla ja ihmissuhteissa, yhteisten toimien koordinointi, kommunikaatio ja sosiaalinen vuorovaikutus	-

Taulukko 1. Yllä kuvattujen yhteistyön määritelmien pääpiirteet.

2.2. Kommunikaatio

Kommunikaatiosta löytyy monia määritelmiä. On vaikeaa määritellä tai esittää lyhyesti niin monimutkaista prosessia kuin kommunikaatio [Trenholm & Jensen, 2008]. Sitä voi tarkastella monella eri tavalla ja jokainen sitä vakavasti pohtiva tuo siihen eri näkökulman [Trenholm & Jensen, 2008]. Ihmisillä on eri uskomuksia kommunikaation toiminnasta ja nämä uskomukset heijastuvat kommunikaatiossa erityyppisinä viesteinä [Canary & Cody, 1993].

Informaatitieteiden ja viestinnän aloilta Lievrouw ja Finnin määritelmän mukaan kommunikaatio on ihmisen käyttäytymistä, joka edesauttaa merkityksen tai tarkoituksen jakamista ja esiintyy tietyssä sosiaalisessa kontekstissa [Lievrouw & Finn, 1990]. Sosiaalipsykologian alalta Pattersonin määritelmä puolestaan määrittelee kommunikaation ihmisten kehittämäksi abstraktiksi käsitteeksi [Patterson, 2002]. Sitä sovelletaan prosesseihin, joita ei voida suoraan havainnoida [Patterson, 2002]. Kommunikaatio on jotain mitä emme voi nähdä tai koskettaa, mutta joka auttaa meitä kuvaamaan ja ymmärtämään tapahtumia, joita suoraan koemme [Patterson, 2002].

Kommunikaatio on prosessi, jatkuva, aina eteenpäin liikkuva ja alati muuttuva. Kommunikaatio linkittää meidät toisiin ihmisiin; se on työkalu, johon luotamme solmiaksemme yhteyksiä ja suhteita muihin. Se on tarkoituksellinen tai suunnittelematon merkityksen siirto. Kommunikaatiota tapahtuu, kun joku havainnoi tai kokee käyttäytymistä ja yhdistää tähän käyttäytymiseen jonkin tarkoituksen tai merkityksen. [Gamble & Gamble, 2003]

Kommunikaatio tapahtuu jossakin tietyssä kontekstissa, joka käsittää paitsi fyysisen ja ajallisen ympäristön, myös muut läsnä olevat ihmiset sekä heidän kulttuuriset taustansa. Kommunikaation kontekstissa häly toimii kommunikaation rajoittajana, haitaten tai vääristäen kykyämme lähettää tai vastaanottaa viestejä. Tällä hälyllä voi olla sekä sisäiset (persoonalliset tai psykologiset) että ulkoiset (ympäristölliset) lähteensä. Kommunikaatiolla on myös vaikutuksia, jotka ovat joskus tavoiteltuja ja joskus tahattomia. [Gamble & Gamble, 2003]

Kommunikoidessamme me samanaikaisesti sekä lähetämme että vastaanotamme viestejä monien kanavien kautta [Gamble & Gamble, 2003]. Ihmisten kommunikaatioon kuuluvat oleellisena osana kommunikaatiokanavat tai -keinot, joiden kautta informaatio välitetään [McShane & von Glinow, 2000]. Nämä kanavat tai keinot voidaan jakaa kahteen päätyyppiin: verbaaliseen ja nonverbaaliseen [McShane & von Glinow, 2000]. Kommunikoidessamme muiden kanssa me vastaanotamme verbaalisia ja nonverbaalisia

vihjeitä palautteena ja havaitsemme ne reaktioina omaan kommunikointiimme [Gamble & Gamble, 2003]. Verbaalisesta ja nonverbaalisesta kommunikaatiosta käytetään myös toisinaan nimityksiä sanallinen ja sanaton viestintä.

2.2.1. *Verbaalinen kommunikaatio*

Verbaalinen kommunikaatio sisältää kaikki suulliset ja kirjoitetut keinot, joilla merkityksiä välitetään sanallisesti [McShane & von Glinow, 2000]. Kasvokkain tapahtuvassa kanssakäymisessä muiden kanssa verbaalinen kommunikaatio on vuorotteleva, katkonainen ja sääntöjen määrittämä tapahtuma [Patterson, 2002]. Ihmiset tyypillisesti vuorottelevat puhuessaan toisilleen ja yleensä yrittävät välttää puhumasta samaan aikaan [Patterson, 2002]. Verbaalinen kommunikaatio on tyypillisesti tietoista [McShane & von Glinow, 2000].

Kasvokkain tapahtuva vuorovaikutus on yleensä kirjoitettuja keinoja parempi välittämään tunteita ja vakuuttamaan vastaanottajaa. Tämä johtuu mukana olevista nonverbaalisista vihjeistä, kuten äänen intonaatioista ja kasvojen ilmeistä. Lisäksi kasvokkain tapahtuva vuorovaikutus tarjoaa viestin lähettäjälle välittömän palautteen vastaanottajalta ja mahdollisuuden mukauttaa viestin tunnelatauksen sen mukaisesti. [McShane & von Glinow, 2000]

Verbaaliset viestit koostuvat sanoista [Canary & Cody, 1993]. Ihmisten kommunikaatio ja niin ikään sanat ovat symbolisia [Galanes & Adams, 2013]. Emme lähetä tarkoituksiamme muille suoraan, vaan koska viestimme ovat symbolisia, ne on tulkittava [Galanes & Adams, 2013]. Kielemme ovat sanojen tai symbolien järjestelmiä sekä niiden käytön sääntöjä [Galanes & Adams, 2013]. Niiden käyttö ja tulkitseminen sisältävät monimutkaisia prosesseja [Canary & Cody, 1993]. Sananvaihdon prosessi liittyy kielen luonteeseen, toimijan viestin valintaan ja tapoihin tulkita viestit [Canary & Cody, 1993]. Kuunteleminen on olennaista viestien tulkitsemiseen ja kuuntelutapa vaikuttaa siihen, miten viestit tulkitaan [Canary & Cody, 1993]. Eri ihmiset voivat tulkita saman viestin monella eri tavalla [Canary & Cody, 1993].

Kieli on voimakas väline. Se sallii meidän ilmaista tunteita, jakaa informaatiota ja saavuttaa tavoitteita. Näiden lisäksi kielellä on paljon muitakin toimintoja [Trenholm & Jensen, 2008]:

- 1) kieltä käytetään usein hiljaisuuden ja tuntemattoman voittamiseen,
- 2) se mahdollistaa tunteiden ilmaisun ja kontrolloinnin,
- 3) se voi paljastaa tai salata ajatuksemme ja motiivimme,

- 4) se sallii meidän ottaa ja vältellä kontaktia,
- 5) se mahdollistaa meidän vahvistaa yksilöllistä ja sosiaalista identiteettiä,
- 6) sitä voidaan käyttää informaation antamiseen tai etsimiseen,
- 7) se sallii meidän kontrolloida maailmaa ja olla maailman kontrolloitavana sekä
- 8) sitä voidaan käyttää kommunikaatioprosessin monitorointiin.

2.2.2. *Nonverbaalinen kommunikaatio*

Nonverbaalinen vuorovaikutus on vuorovaikutusta, joka ei ole verbaalista, vaan joka perustuu muihin keinoihin kuin sanojen sisältöihin ja merkityksiin [Negrón et al., 2015]. Toisin sanoen nonverbaalinen kommunikaatio on mikä tahansa kommunikaation osa, joka ei käytä sanoja [McShane & von Glinow, 2000].

Nonverbaalinen kommunikaatio on informaation ja vaikutuksen lähettämistä ja vastaanottamista henkilön välittömän ympäristön, ulkomuodollisten vihjeiden sekä käyttäytymisen kautta. Vaikka on tarkoituksenmukaista keskittyä nonverbaalisen kommunikaation osiin, kuten etäisyyteen tai katseeseen, erikseenkin, on nonverbaalisten viestien tarkoitus ja vaikutus ensisijaisesti laajemman nonverbaalisen käyttäytymismallin tuotetta. Eristettyinä nonverbaalisen kommunikaation elementit ovat nimittäin epäselviä kahdestakin syystä. Ensiksikin, niiden merkitykset ovat hyvin riippuvaisia laajemmasta vihje- ja käyttäytymistyylistä. Toiseksi, sekä näiden elementtien että laajemman nonverbaalisen kommunikaation tyylin merkitykset ovat riippuvaisia sosiaalisesta kontekstista. [Patterson, 2002]

Keskustelun verbaalinen puoli ei esiinny tyhjiössä [Patterson, 2002], tarkentaen ihmisten verbaalinen kommunikaatio ei ole erillään nonverbaalisista merkeistä kasvokkaisessa vuorovaikutuksessa [Mavridis, 2014]. Kommentin merkitys voi kirjaimellisesti muuttua puhujan kasvojen ilmeiden, eleiden ja äänenäsvyn mukaan [Patterson, 2002]. Vaikka vuorovaikutuksemme verbaalinen sisältö on ilmiselvästi tärkeä, nonverbaalisella puolella yleensä on suurempi vaikutus siihen, mitä mieltä me olemme muista, mitä heistä ajattelemme ja miten lopulta tulemme toimeen heidän kanssaan [Patterson, 2002].

Nonverbaaliset viestit voivat täydentää, korostaa, toistaa, korvata verbaalisia viestejä tai olla ristiriidassa niiden kanssa [Trenholm & Jensen, 2008]. Nonverbaaliset signaalit voivat myös heikentää verbaalisia signaaleja: nonverbaalisten vihjeiden on laskettu olevan kuusi kertaa vaikuttavampia kuin verbaalisten ja on osoitettu, että ihmiset antoivat neljä kertaa enemmän painoarvoa nonverbaalisille viesteille kuin verbaalisille [Turk,

1985]. Jos verbaaliset ja nonverbaaliset viestit ovat ristiriidassa keskenään, ihmiset antavat paljon painoarvoa nonverbaalisille vihjeille [Turk, 1985].

Nonverbaalista kommunikaatiota hyödynnetään selvästi monissa eri toiminnoissa ja tarkoituksissa, kuten [Patterson, 2002]:

- 1) informaation hankkimisessa ja antamisessa,
- 2) vuorovaikutuksen säätelyssä,
- 3) läheisyyden ilmaisemisessa,
- 4) vaikutusvallan käytössä ja
- 5) vaikutelmien ohjaamisessa.

Nonverbaalinen kommunikaatio on tyypillisesti hyvin tehokas ja käytännöllinen keino hallita sosiaalista maailmaamme [Patterson, 2002].

Nonverbaalinen kommunikaatiokanava on tarpeen, kun melu tai fyysinen etäisyys estää tehokkaan verbaalisen sananvaihdon ja kun välittömän palautteen tarve estää kirjoitetun kommunikaation [McShane & von Glinow, 2000]. Jopa kaikkein hiljaisimmissakin kasvokkain tapahtuvissa tapaamisissa suurin osa informaatiosta kommunikoidaan nonverbaalisesti [McShane & von Glinow, 2000]. Erään arvion mukaan jopa 93 prosenttia kasvokkain tapahtuvan vuorovaikutuksen sosiaalisesta sisällöstä kommunikoidaan nonverbaalisen kanavan kautta [Gamble & Gamble, 2003]. Maltillisemmän arvion mukaan nonverbaaliset vihjeet kantavat 65 prosenttia keskustelujemme sosiaalisesta sisällöstä [Gamble & Gamble, 2003].

Turk [1985] sisällyttää nonverbaalisiin ilmauksiin kuuluvaksi kaikki vihjeet, ilmaukset ja viittaukset, jotka kommunikoimme tekojemme emmekä sanojemme kautta. Turkin mukaan monet näistä ilmaisista ovat hyvin hienovaraisia. Hän lukee niihin kuuluviksi laajan skaalan eleitä, liikehdintää ja ilmeitä, sekä äänen intonaatiot, kehon asennot ja katseen. Ilmeettömyys ja eleettömyys ovat Turkin mukaan niin ikään nonverbaalista kommunikaatiota. Hän antaa paljon painoarvoa myös pukeutumiselle sekä silmien ilmeille ja toiminnalle.

McShane ja von Glinow [2000] laskevat myös nonverbaaliseen kommunikaatioon kuuluviksi kasvojen ilmeet ja äänen intonaatiot, mutta lisäksi fyysisen etäisyyden sekä hiljaisuuden. Gamblen ja Gamblen [2003] mukaan nonverbaalinen kommunikaatio sisältää kehonkielen, äänivihjeet, tilan ja etäisyyden käytön, värit, vaatetuksen ja itse tuotetut esineet eli artefaktit. Mavridis [2014] lisää näihin vielä vuoron päättämisen keskustelussa.

Trenholm ja Jensen [2008] sisällyttävät nonverbaaliseen kommunikaatioon äänen piirteet, jotka ihmiset joskus laskevat kuuluvaksi itse puheeseen; näitä ovat muun muassa nauru, itku, voihkiminen, huuto ja valitus. He laskevat nonverbaaliseen kommunikaatioon kuuluvaksi myös äänenväriin liittyviä piirteitä, kuten äänen voimakkuus, korkeus, vaihtelu, tempo, rytmi, intensiteetti, artikulaatio ja resonanssi.

Trenholm ja Jensen [2008] laskevat ääneen liittyvien piirteiden lisäksi nonverbaaliseen kommunikaatioon kuuluvaksi myös niin sanotun näkymättömän kommunikaation, kuten haju- ja tuntoaistiin liittyvät viestit. He tosin toteavat, että ihmiset käyttävät hajuaistiin perustuvaa viestimistapaa paljon vähemmän kuin eläimet ja että sen vaikutukset eivät tyypillisesti ole tietoisesti kontrolloituja. Hajuaistiin liittyvä kommunikointimme on siis rajoittunutta siten, että olemme tietoisia hajujen vaikutuksista, mutta emme pysty kunnolla kontrolloimaan niitä. Tuntoaistiin perustuva kommunikaatio sisältää kosketuksen, jota on monen tyyppistä. Kosketuksilla on eri merkityksiä ja tehtäviä, jotka välittyvät kontekstin kautta. [Trenholm & Jensen, 2008]

Kulttuuriset erot vaikuttavat nonverbaaliseen kommunikaatioon tuomalla nonverbaalisten viestien muotoihin ja tarkoituksiin muuntelua [Patterson, 2002]. Eri kulttuureissa kosketusta, katsetta ja ilmeikkyyttä koskevat normit vaihtelevat paljon ja niinpä saman nonverbaalisen käyttäytymismallin vaikutus voi olla melko erilainen [Patterson, 2002]. Sukupuolierot, persoonallisuus ja yksilöiden väliset suhteet voivat muovata tietyn käyttäytymismallin merkitystä [Patterson, 2002]. Lisäksi sosiaaliset normit usein määräävät minkälainen käyttäytyminen on julkisesti sallittua [Patterson, 2002]. Monet kasvojen ilmeet, kuten hymyily, ovat kuitenkin universaaleja ja tarjoavat näin ollen ainoan luotettavan kommunikaatiokeinoon eri kulttuurien välillä [McShane & von Glinow, 2000]. Nämä universaalit kasvojen ilmeet välittävät saman sisällön kulttuurista riippumatta, koska ne liittyvät tiedostamattomiin ja esitiedostettuihin vasteisiin ihmisten tunteisiin [McShane & von Glinow, 2000].

2.2.3. *Verbaalinen vs. nonverbaalinen kommunikaatio*

Nonverbaalinen ja verbaalinen kommunikaatio ovat kommunikaation eri puolia, josta johtuen niillä on omia toisesta eroavia ominaisuuksiaan. Vaikka kulttuuriset ja sosiaaliset normit usein määrittävät nonverbaalista kommunikaatiota [Patterson, 2002], on verbaalinen kommunikaatio silti nonverbaalista kommunikaatiota enemmän sidoksissa sääntöihin [McShane & von Glinow, 2000]. Saamme paljon koulutusta siitä, miten puhuttuja sanoja on tarkoitus ymmärtää, mutta hyvin vähän koulutusta siitä, miten

ymmärtää nonverbaalisia signaaleja, jotka täydentävät noita sanoja [McShane & von Glinow, 2000]. Näin ollen nonverbaaliset vihjeet ovat tavallisesti epäselvempiä ja alttiita virheelliselle tulkinnalle [McShane & von Glinow, 2000].

Yksi verbaalisen ja nonverbaalisen kommunikaation eroista on niiden lähettämiseen ja vastaanottamiseen vaadittava ponnistelu. Jopa kaikkein epämuodollisimmissa ja miellyttävimmissä keskusteluissa jonkin asteinen huomio tarvitaan puheen monitorointiin ja kumppanin kuunteluun. Vaativimmissa ja monimutkaisemmissa keskusteluissa tämä sanoihin ja kuunteluun liittyvä vaivannäkö ja keskittyminen lisääntyvät. Sen sijaan suuri osa nonverbaalisten viestien lähettamisestä ja vastaanottamisesta tapahtuu automaattisesti ja tiedostamattomasti. Suurin osa monimutkaisistakin käyttäytymissignaaleista lähetetään suhteellisen tehokkaasti ilman tietoista monitorointia. Lisäksi nonverbaaliset signaalit lähetetään ja vastaanotetaan samanaikaisesti. Verbaalistenkin viestien lähettämistä ja vastaanottamista voi tapahtua keskusteluissa, kun ihmiset puhuvat samaan aikaan, mutta tulokset ovat Pattersonin mukaan harvoin tyydyttäviä. [Patterson, 2002]

Joskus verbaalisessa vuorovaikutuksessa keskustelujen keskelläkin verbaalinen kanava sulkeutuu. Toisin sanoen, ollessamme toisten kanssa vuorovaikutuksessa, verbaalisessa kanavassa saattaa ajoittain tapahtua hyvin vähän tai ei yhtään mitään. Sitä vastoin, nonverbaalisen kommunikaation peruspiirre on sen ainainen läsnäolo. Kun olemme toisten ihmisten seurassa, emme voi olla kommunikoimatta nonverbaalisesti. Niin kauan kuin visuaaliseen, auditiiviseen, tunto- tai hajuaistiin perustuvaan informaatioon on mahdollisuus, nonverbaalinen kanava on avoinna. [Patterson, 2002]

Verbaalista kommunikaatiota määritellään ja kuvaillaan yleisesti melko vähän informaatiotieteiden, psykologian, sosiaalipsykologian ja viestinnän aloilla. Lähes kaikki tutkimuksellinen huomio kiinnittyy nonverbaaliseen kommunikaatioon. Turkin [1985] mukaan olemme niin orientoituneita sanoihin, että meillä on taipumuksena aliarvioida ja väheksyä muita kommunikaation tapoja. Kenties se on yksi syy siihen, miksi verbaalista kommunikaatiota pidetään niin usealla alalla itsestäänselvyytenä: kiinnostus kohdistuu ihmisten vähemmän tuntemaan ja huomioimaan nonverbaaliseen kommunikaatioon.

2.3. Virtuaaliympäristöt

Edellä tutustuttiin yhteistyön ja kommunikaation teoriataustaan ja määritelmiin. Seuraavaksi perehdytään erilaisiin virtuaaliympäristöihin, jotka ovat yhden tai useamman

käyttäjän käytettävissä samanaikaisesti ja joissa siis yhteistyötä ja kommunikaatiota tapahtuu.

Tavallisesti virtuaalitodellinen (virtual reality, VR) ympäristö ymmärretään täysin keinotekoiseksi ympäristöksi, johon käyttäjä uppoutuu täysin mukaan (immersio) ja jonka kanssa käyttäjän on mahdollista olla vuorovaikutuksessa. Tällainen synteettinen maailma saattaa jäljitellä fyysisen maailman todellisia tai kuvitteellisia ympäristöjä ja ominaisuuksia. Se voi myös ylittää fyysisen todellisuuden rajat luomalla maailman, jossa tavallisesti tilaa, aikaa, mekaniikkaa ja aineiden ominaisuuksia koskevat fysiikan lait eivät päde. VR-leimaa käytetään yleisesti myös monenlaisista muista ympäristöistä, joissa immersio ja synteesi ei kuitenkaan välttämättä täysin toteudu. [Milgram & Kishino, 1994]

Kolmiulotteinen virtuaaliympäristö (virtual environment, VE) on virtuaalinen ympäristö, jossa kolmiulotteisia kohteita esitetään käyttäjälle. VE:n tutkimiseen ja niiden kanssa vuorovaikutuksessa olemiseen voidaan käyttää immersiiivisiä näyttöjärjestelmiä, kuten CAVEa, HMD:ta (head-mounted display), työpöytää tai isoa näyttöä. Tällöin puhutaan virtuaalitodellisuustekniikoista. Yleensä vuorovaikutus virtuaalisen ympäristön ja käyttäjän välillä tapahtuu erityisillä siihen tarkoitukseen dedikoiduilla syötelaitteilla. [Duval et al., 2014]

2.3.1. *Virtuaalimaailmat*

Virtuaalimaailmat ovat keskeytymättömiä verkossa olevia tietokoneella luotuja ympäristöjä, joissa useat etäällä olevat käyttäjät voivat reaaliajassa olla vuorovaikutuksessa työ- tai pelaamistarkoituksissa [Dionisio et al., 2013]. Virtuaalimaailmat kuuluvat VR-sovelluksien joukkoon [Dionisio et al., 2013]. Alkujaan virtuaalimaailmoja käytettiin lähinnä sosiaalisissa tarkoituksissa [Suman et al., 2010]. Ne olivat kohtaamispaikkoja käyttäjille ympäri maailmaa, joissa he saattoivat olla vuorovaikutuksessa toistensa kanssa [Suman et al., 2010].

Virtuaalimaailmojen kehittyessä monet organisaatiot ja toimialat ovat alkaneet hyödyntää niitä esitysten ja kokouksien pitoon [Suman et al., 2010]. Virtuaalimaailmojen teknologia mahdollistaa organisaatioiden kommunikoinnin ja yhteistyön eri puolilta maapalloa [Suman et al., 2010]. Verkossa toimivat virtuaalimaailmat tarjoavat monia hyötyjä: ne tarjoavat runsaan verkkomedian ja vähentävät organisaatioiden kuluja virtuaalisten esitysten ja koulutussimulaatioiden kautta [Suman et al., 2010]. Ne tarjoavat

yrityksille myös väylän mainostaa omia tuotteitaan [Varvello et al., 2011; Coleman & Levine, 2008].

Virtuaaliset maailmat ja kolmiulotteiset yhteistyöympäristöt ovat suosittuja ja lisääntyneet nopeasti. Tunnetuin näistä on Second Life (kuva 1), jonka myötä kolmiulotteisten ympäristöjen käyttäjämäärät kasvoivat huomattavan paljon ja nopeasti [Coleman & Levine, 2008]. Second Life on kolmiulotteinen digitaalinen maailma, jossa käyttäjät voivat tehdä lähes mitä tahansa [Coleman & Levine, 2008]. Second Life koostuu virtuaalisesta maasta, joka on jaettu rajatun kokoisiin alueisiin, joissa käyttäjät voivat toimia digitaalisten hahmojensa, avatarien, välityksellä [Varvello et al., 2011]. Avatarit osallistuvat virtuaalisen ympäristön kehittämiseen luomalla ja muokkaamalla kohteita, kuten autoja, puita ja rakennuksia [Varvello et al., 2011]. Käyttäjä voi lentää ympäriinsä ja olla muiden kanssa vuorovaikutuksessa viestien ja avatarien välityksellä [Coleman & Levine, 2008]. Second Life on kehittänyt myös kukoistavan virtuaalisen talousjärjestelmän eli mahdollisuuden ostaa ja myydä kohteita, palveluita ja maata [Varvello et al., 2011]. Talousjärjestelmä on houkutellut yrityksiä investoimaan mittavia summia rahaa Second Lifeen rakentaakseen sinne omia virtuaalisia tuotteitaan ja mainoksiaan [Varvello et al., 2011].



Kuva 1. Kaupungin katu Second Life –virtuaalimaailmasta. [Second Life, 2016]

Second Life on vain yksi monista massiivisista monen pelaajan verkkoroolipeleistä. Hyvin myyty World of Warcraft on toinen esimerkki tämän kaltaisista peleistä. Tällaisissa virtuaalisissa maailmoissa yksittäiset käyttäjät usein muodostavat ryhmiä

suorittaakseen tehtäviä tai voittaakseen kilpailijan. Toisin kuin World of Warcraftissa, jossa suoritetaan tehtäviä, Second Lifessa käyttäjät voivat luoda oman todellisuutensa. [Coleman & Levine, 2008]

Virtuaalimaailma-palvelinalustoja kuten Second Lifea ja OpenSimulatoria käytetään kasvavassa määrin tutkimussovelluksiin, koulutukseen ja tekniseen yhteistyöhön [Gabriellova & Lopes, 2014]. Terveystieteiden alalta todetaan virtuaalimaailmoissa olevien simulaatioihin pohjautuvien harjoittelujärjestelmien voivan tarjota oppilaalle turvallisen ja realistisen ympäristön harjoitteluun [Chodos et al., 2010]. Tämä vaatii vähemmän resursseja kuin oikeassa maailmassa käytettävät tekniikat, kuten potilaan kanssa harjoittelu ja tilanteiden läpikäyminen näyttelijöiden kanssa [Chodos et al., 2010].

Second Lifen kaltaisten verkkopelien pelaamisen on myös tunnustettu olevan hyvä harjoitteluväline vaikeiden tilanteiden simuloimiseen, päätöksentekoon, johtajuuden harjoittamiseen, armeijakoulutukseen, havainnointikyvyn laajentamiseen, ongelmanratkaisuun, sosiaaliseen kommunikointiin ja strategiseen analysointiin. Esimerkiksi Second Lifen luoneen ja sitä ylläpitävän Linden Labsin mukaan ihmiset, joilla on Aspergerin syndrooma (lievä autismin muoto, joka usein vaikeuttaa sosiaalista vuorovaikutusta), voivat käyttää avataria sosiaalisen vuorovaikutuksen harjoitteluun ja tulla paremmaksi oikean elämän sosiaalisissa tilanteissa. [Coleman & Levine, 2008]

2.3.2. CAVE-tilat

CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) on fyysisen maailman tila, jossa käyttäjät voivat kokea virtuaalisia tiloja ja paikkoja [Churchill et al., 2001]. Se on VR-järjestelmä, joka toteutetaan fyysisessä kuutionmallisessa tilassa [Churchill et al., 2001], joka koostuu kolmesta seinästä ja lattiasta [Nan et al., 2014]. Tilassa luodaan taustaprojektiolla kolmiulotteisia kuvia saaden aikaan illuusio, että kolmiulotteisia kohteita on olemassa käyttäjän kanssa samassa huoneessa [Churchill et al., 2001]. Heijastuspinnan tasaisuuden sekä projektorien geometrisen korjauksen laadun ansiosta kolmiulotteiset kuvat on mahdollista esittää hyvin vähäisillä vääristymillä monitoreihin ja HMD:n perustuviin järjestelmiin verrattuna [Cruz-Neira et al., 1993]. Lisäksi CAVE pystyy tuottamaan korkea-resoluutioisia värikuvia sekä laajan kuvakulman kuvia [Cruz-Neira et al., 1993]. CAVE onkin yksi immersiiivisimmistä VR-järjestelmistä [Nan et al., 2014]. Esimerkki CAVE-tilasta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Käyttäjä immersiiivisessä CAVE-virtuaalillassa, joka koostuu kolmesta seinästä ja lattiasta. [Nan et al., 2014, Fig. 1, s. 368]

CAVE-tilassa käyttäjä pitää päässään kevyitä suljinlaseja erottaakseen kolmiulotteiset kuvat sekä käyttää ohjainta ollakseen kolmiulotteisesti vuorovaikutuksessa virtuaalisen ympäristön kanssa. Laseihin ja ohjaimeen liitetyn elektromagneettisen jäljitysjärjestelmän ansiosta CAVE-tila pystyy määrittämään käyttäjän pään ja käden sijainnin ja orientaation milloin tahansa. Näiden tietojen avulla mallinnetaan kuvat käyttäjän näkökulmasta käsin. Tämän ansiosta käyttäjä voi fyysisesti kävellä keskellä CAVE-tilaa sijaitsevalta vaikuttavan kohteen ympärillä ja katsella sitä eri puolilta. [Churchill et al., 2001]

Ohjain painikkeineen voidaan ohjelmoida eri tarkoituksiin sopivaksi CAVE-sovelluksesta riippuen. Tyypillisesti ohjainta käytetään navigoimiseen virtuaalisissa ympäristöissä, jotka ovat itse CAVE-tilaa suurempia, kuten arkkitehtuurisissa läpikäynneissä. Ohjaimen painikkeilla voidaan muuttaa järjestelmän tilaa, avata valikkoja tai tarttua virtuaaliseen kohteeseen. Fyysisen CAVE-tilan ylänurkkiin on asetettu kaiuttimet, joilla tuotetaan ympäristön ääniä virtuaaliympäristöstä sekä välitetään etäosallistujien äänet. [Churchill et al., 2001]

Useampi kuin yksi henkilö voi käyttää CAVE:a samaan aikaan. Vaikka vain yhdellä käyttäjällä kerrallaan on stereonäkökulma ja mahdollisuus olla vuorovaikutuksessa virtuaalisen ympäristön kanssa, muut voivat silti nähdä virtuaalimaailman kolmiulotteisena. CAVE ei eristä käyttäjiään fyysisestä maailmasta, joten vuorovaikutus

muiden käyttäjien kanssa on mahdollista. Käyttäjät voivat näin jakaa kokemuksensa muiden kanssa eri tavoin kuin HMD:n (head-mounted display) perustuvissa järjestelmissä, jotka eristävät käyttäjän todellisesta maailmasta. [Churchill et al., 2001]

CAVE kehitettiin 1990-luvun alussa hyödylliseksi työkaluksi tieteelliseen visualisointiin Cruz-Neiran ja muiden toimesta Electronic Visualization Laboratoryssa (EVL) [Cruz-Neira et al., 1993]. CAVE:ja ja sen kaltaisia järjestelmiä on käytössä ainakin yliopistoissa, tutkimuslaboratorioissa, suunnittelukeskuksissa, museoissa [Churchill et al., 2001] sekä armeijan, koulutuksen, terveydenhoidon ja viihteen parissa [Nan et al., 2014].

2.3.3. *Tehostettu todellisuus*

Tehostettu todellisuus (mixed reality, MR) on yksi virtuaalitodellisuuteen liittyvien teknologioiden alaluokka [Milgram & Kishino, 1994]. Se on ympäristö, joka sekoittaa virtuaalisen ja fyysisen maailman elementtejä [Churchill et al., 2001]. Tällaisessa ympäristössä on siis samalla sekä fyysisen maailman että virtuaalisen maailman kohteita [Milgram & Kishino, 1994]. Tehostetun todellisuuden käsitteen alle voidaan laskea kuuluvaksi laajennettu todellisuus (augmented reality, AR) sekä laajennettu virtuaalisuus (augmented virtuality, AV) [Milgram & Kishino, 1994].

Laajennetuksi todellisuudeksi voidaan laskea kaikki sellaiset tapaukset, joissa fyysistä ympäristöä laajennetaan tietokonegrafiikan avulla [Milgram & Kishino, 1994]. Laajennettu todellisuus on hyödyntänyt VR-teknologioita, mutta kääntämällä ne toisinpäin siten, että käyttäjän digitaaliseen maailmaan uppoutumisen sijasta, informaatiota digitaalisesta maailmasta on tuotu fyysiseen maailmaan [Benford et al., 2001].

Laajennettu todellisuus hyödyntää videovirran päälle ja sekaan lisättäviä grafiikoita. Laajennettua todellisuutta käytetään esimerkiksi päässä pidettävän laitteen avulla, jolla käyttäjä voi nähdä sekä fyysisen maailman että osittain läpinäkyvällä näytöllä olevat grafiikat. Käyttäjä siis näkee fyysisen maailman sopivilla grafiikoilla ”laajennettuna”. [Åkesson & Simsarian, 1999]

Laajennettu virtuaalisuus on vastakkainen käsite laajennetulle todellisuudelle. Se yhdistää fyysistä ja virtuaalista ympäristöä tuomalla fyysisen maailman kohteita virtuaaliseen ympäristöön. Virtuaalinen maailma luodaan lisäämällä kuvia fyysisestä maailmasta grafiikoiden päälle ja sekaan. Kuvat voivat olla esimerkiksi robotilla kuvattua

videomateriaalia. Tätä virtuaalista ympäristöä käyttäjä voi interaktiivisesti tutkia. [Åkesson & Simsarian, 1999]

Virtuaalisen maailman etuna on, että se ei ole riippuvainen fyysisestä sijainnista ja on manipuloitavissa ilman fyysisen maailman ajallisia, tilallisia ja fyysisiä rajoituksia [Åkesson & Simsarian, 1999]. Fyysisen maailman epäoleelliset osat voidaan jättää siitä pois, jolloin kiinnostavat osat erottuvat paremmin [Åkesson & Simsarian, 1999]. Etäisten ympäristöjen visualisointi ja manipulointi sopivat hyvin laajennetun ja tehostetun todellisuuden tekniikoille, etenkin jos tehtävät liittyvät kaukaisilla tai vaarallisilla alueilla turvallisuuteen, valvontaan ja tutkimiseen [Churchill et al., 2001].

2.4. Yhteistyö virtuaaliympäristöissä

Tässä osassa keskitytään VE:n alaryhmään, joka on suunniteltu usean käyttäjän yhteistyöhön. Samalla luodaan katsaus tällaisissa yhteistyö-VE:ssä yhteistyöhön ja kommunikaatioon sekä näiden yhteistyö-VE:n sovelluskohteisiin.

Kolmiulotteinen yhteistyövirtuaaliympäristö (three dimensional collaborative virtual environment, 3D CVE) on interaktiivinen kolmiulotteinen virtuaaliympäristö, johon useampi paikallinen tai kaukana oleva käyttäjä voi liittyä [Duval et al., 2014]. CVE:t sallivat monien käyttäjien kommunikoida ja olla vuorovaikutuksessa keskenään ja näin suorittaa tehtäviä ja saavuttaa päämääriä, jotka olisivat muuten vaikeita tai mahdottomia saavuttaa osallistujien etäisyyden vuoksi [Young et al., 2015].

CVE:t voidaan nähdä VR:n ja tietokonetuetun yhteistyön (computer-supported cooperative work, CSCW) yhdistyneiden tutkimusintressien tuloksena. Usean osallistujan mahdollistavat CVE:t ovat yhden käyttäjän VR-teknologioiden laajennus. Tämä laajentuminen tuo paremman tuen suurelle määrälle sovelluskohteita, kuten ohjaajan ja ohjattavan väliselle kommunikaatiolle simulaatioiden ja harjoittelusovellusten käytön aikana, visualisointien jakamiselle ja keskustelulle tutkijoiden tai päättäjien välillä sekä viihteen ja vapaa-ajan alalla monen pelaajan peleille, kuten Doom, ja simulaatioille. Kaikissa edellä mainituissa tapauksissa osallistujat ovat usein fyysisesti kaukana toisistaan ja yhteydessä toisiinsa tietokoneverkon välityksellä. [Benford et al., 2001]

3D CVE:t eivät pyri saamaan käyttäjiä pelkästään kommunikoimaan etänä, vaan enemmän olemaan todella vuorovaikutuksessa toistensa kanssa toimimalla yhdessä kolmiulotteisessa virtuaalisessa ympäristössä [Duval et al., 2014]. Tämä kanssakäyminen voi tapahtua selkeiden kohteiden parissa, saman kohteen eri osissa tai jopa jaetun virtuaalisen kohteen samassa osassa samaan aikaan [Duval et al., 2014]. CVE:t voivat

myös mahdollistaa osallistujien keskustella ja manipuloida jaettuja kolmiulotteisia malleja ja visualisointeja tavalla, jossa kukin voi omaksua oman näkökulmansa ja luontevasti osoittaa muille, minne he katsovat ja osoittavat [Benford et al., 2001].

Yhteistyössä tehtävä kohteiden manipulointi on tarpeen monissa VR:n eri sovelluksissa, kuten virtuaalisen prototyypin luomisessa, koulutussimulaatioissa tai kokoonpano- ja ylläpitosimulaatioissa [Duval et al., 2014]. Toinen yleinen käyttökohte 3D CVE:lle on virtuaalinen navigaatio: yhdessä tehtävät vierailut museoissa ja kulttuuriperintökohteissa tai yhdessä pelattavat pelit, kuten kilpa-ajot [Duval et al., 2014].

3. VE-Bike-taustatutkimus

Tässä osassa perehdytään tämän tutkimuksen taustalla olleeseen tutkimukseen ja aineiston lähteeseen. Tämä tutkielma pohjautuu Tiaisen ja Ellmanin [2015] VE-Bike-tutkimukseen ja tästä tutkimuksesta saatuun aineistoon. VE-Bike-tutkimuksen tavoitteena oli löytää erot yhteistyössään onnistuneiden ja epäonnistuneiden ryhmien välillä, kun yhteistyön onnistuminen perustui pienryhmien jäsenten itsensä arvioihin. Seuraava tämän tutkimuksen esittely pohjautuu Tiaisen ja Ellmanin käsikirjoitukseen *Product Co-Creation in Virtual Environment: Successfulness from Participants' Point-of-view* [2015]. Yksityiskohtaisempi kuvaus tutkimuksen toteutuksesta ja tuloksista löytyy kyseisestä artikkelista.

3.1. VE-Bike-tutkimuksen esittely

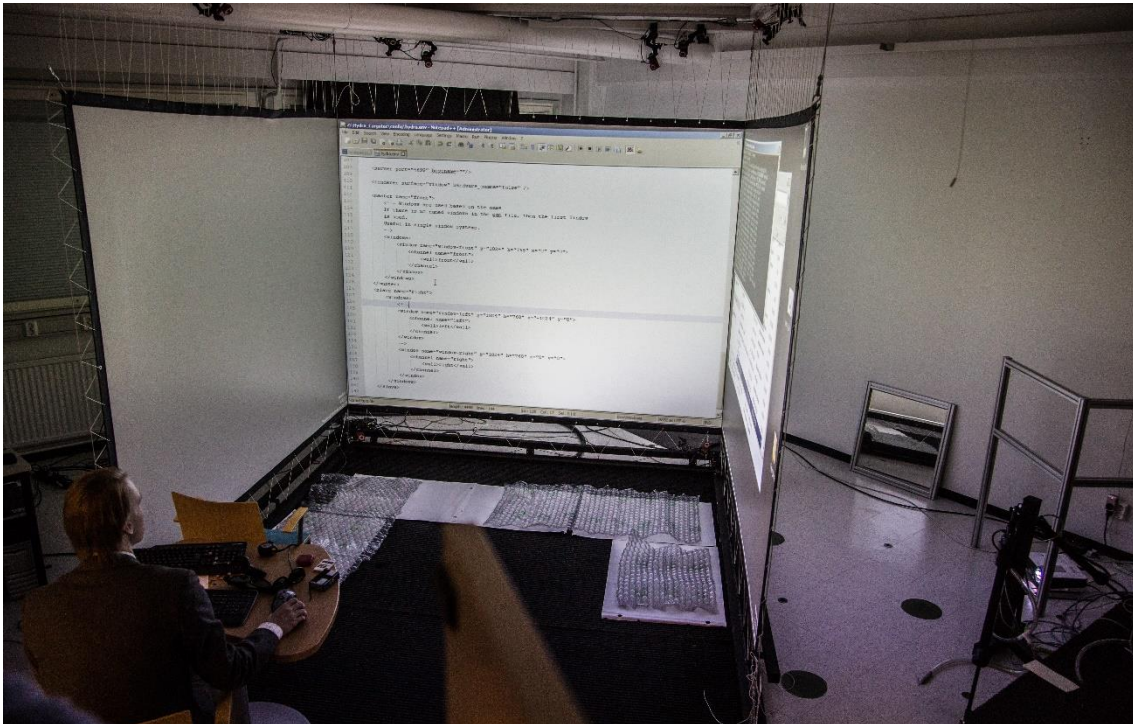
Osallistujien kokemusta yhteistyön onnistumisesta tutkittiin VE-laboratoriossa järjestetyillä testeillä. Pienryhmissä suoritettavan testitehtävän tarkoituksena oli muokata tavallisesta polkupyörästä kuljetuspyörä. Osallistujien tehtävänä oli lisätä tavalliseen polkupyörään valmiita osia tavaroiden kuljetusta varten. Tehtävä toteutettiin roolipelinä. Tehtävän esittelyn yhteydessä osallistujille jaettiin roolit ja lyhyt kuvaus roolihenkilönsä perspektiivistä, minkä puitteissa heidän tuli eläytyä pienryhmänsä kanssa suoritettavaan suunnittelutehtävään. Rooleina olivat polkupyörien myyjä, tuotteen ulkoasuun keskittyvä tuotesuunnittelija ja teknisiin ominaisuuksiin keskittyvä tekninen spesialisti.

VE-Bike-tutkimuksen aineistonkeruuseen loppuvuonna 2014 osallistui 24 henkilöä, jotka olivat kahden eri yliopiston opiskelijoita ja henkilökuntaa. Toisen yliopiston opiskelijat olivat tietojenkäsittelytieteiden ja toisen koneensuunnittelun oppialalta. Neljä osallistujista oli koneensuunnittelun henkilökunnasta.

Osallistujat olivat lähinnä opiskelijoita tuotesuunnitteluun liittyviltä aloilta, joten heillä oli jonkin verran kokemusta suunnittelutehtävistä, vaikka ei juuri polkupyörien suunnittelusta. Kaikilla osallistujilla oli lisäksi käytännön kokemusta polkupyörien käytöstä. Osallistuneet jaettiin kahdeksaan kolmen hengen pienryhmään, tavoitteena etteivät niiden jäsenet tunne toisiaan etukäteen. Pienryhmistä tavoiteltiin mahdollisimman heterogeenisiä iän, sukupuolen ja yliopiston mukaan.

Osallistujat suorittivat tehtävän kolmen hengen pienryhmissä kahteen kertaan; ensin virtuaalisen prototyypin kanssa ja sitten fyysisellä prototyypillä. Suunnittelutehtävän oli suunniteltu kestävän 20 minuuttia molemmilla prototyypeillä.

Virtuaalinen prototyyppi esitettiin CAVE-tyyppisessä virtuaalitulassa. Tilassa oli kolme seinää, joille prototyyppi projisoitiin. Osallistujien täytyi käyttää lasia nähdäkseen polkupyörän prototyypin 3D-mallin oikeassa perspektiivissä. Paikannusperspektiivi oli sijoitettu yhden osallistujan lasiin ja näitä lasia vaihdettiin useasti testin aikana. Virtuaalitala sisälsi virtuaalisen prototyypin polkupyörästä ja siihen liitettävissä olevista komponenteista. Komponentit sisälsivät elektronisia työkaluja erikokoisine akkuineen, erilaisia mittareita muun muassa nopeuden näyttämiseen, vaihtoehtoisia navigaattoreita, valoja sekä koreja ja laukkuja tavaroiden kuljetusta varten. Polkupyörän prototyyppi oli sijoitettu virtuaalitalan keskelle ja komponentit yhdelle seinälle. Kunkin komponentin eri vaihtoehdot oli järjestetty pinoon, jota osallistujat pystyivät käymään läpi. Osallistujat tarvitsivat myös ohjauslaitteen komponenttien valitsemista ja polkupyörään sijoittamista varten. Suunnittelutehtävässä käytetty kolmesta seinästä ja lattiasta koostuva CAVE-virtuaalitala sekä laitteisto, eli osallistujien käyttämät lasit ja ohjauslaite, on esitetty tutkijoiden demonstroimina kuvissa 3 ja 4.



Kuva 3. VE-Bike-tutkimuksessa käytetty CAVE-virtuaalitala. Kuvassa alkutilanne ja ohjaustekstiä yhdellä CAVE-tilan seinistä.



Kuva 4. Virtuaalisen prototyypin suunnittelutehtävässä käytetty laitteisto tutkijoiden demonstroimina CAVE-tilassa. Kaikilla tutkijoilla päässään lasit, joilla he näkevät seinälle heijastetun polkupyörän 3D-mallin oikeasta perspektiivistä. Oikean puoleisella tutkijalla lasit paikannusperspektiivillä sekä ohjauslaite komponenttien liikuttamista varten.

Fyysinen prototyyppi sisälsi perinteisen polkupyörän ja paperisia komponenttien kuvia ja erikokoisia laatikoita. Lisäksi osallistujia varten oli varattu paperia, saksia, teippiä ja muita askarteluvälineitä, jotka oli asetettu pitkälle pöydälle. Komponenteista oli teipattu vielä kuvat seinälle.

Suoritettuaan suunnittelutehtävät virtuaalisella ja fyysisellä prototyypillä pienryhmänsä kanssa osallistujat vastasivat kahteen kyselyyn, joissa molemmissa kyselyissä käytettiin seitsemänportaista mitta-asteikkoa (1=täysin eri mieltä, 7=täysin samaa mieltä). Ensimmäinen kysely (kysely A) keskittyi osallistujien tyytyväisyyden kokemuksiin. Kysely koostui väittämistä, jotka alkoivat ”Olen tyytyväinen” ja jatkuivat seuraavilla tavoilla:

- A1. ... tapaan, jolla ryhmä päätyi lopputulokseen.
- A2. ... ryhmässä syntyneeseen keskusteluun.
- A3. ... tapaan, jolla vaihdoin tietoa.
- A4. ... tapaan, jolla kehitimme ideoita.
- A5. ... laajuuteen, jolla pystyin tuomaan omia näkökulmiani esiin.
- A6. ... laajuuteen, jolla osallistuin suunnitteluprosessiin.

A7. ... laajuuteen, jolla pystyin vaikuttamaan.

A8. ... suunnittelun lopputulokseen.

A9. ... suunnittelun maaliin pääsemiseen.

A10. ... suunnitteluun yleisesti.

Kyselyn A väittämät sisälsivät kolme näkökulmaa. Väittämät A1-A4 ja A10 keskittyivät osallistujan näkökulmaan työskentelystä pienryhmässä yhteisen suunnitteluprosessin aikana. Väittämät A5-A7 keskittyivät osallistujien näkökulmaan hänen omista toimistaan ja väittämä A8 osallistujan näkökulmaan yhteisen suunnitteluprosessin tuloksesta.

Toinen kysely (kysely B) keskittyi osallistujien kokemuksiin siitä, mikä edesauttoi ja mahdollisti jaetun ymmärryksen syntymistä. Tiainen ja Ellman käyttävät tutkimuksessaan Kleinsmannin ja Valkenburgin [2008, s. 380] sekä Steenin ja muiden [2013, laatikko 3] määritelmää jaetusta ymmärryksestä. Väittämät alkoivat ”Edellisessä suunnittelutilanteessa” ja jatkuivat seuraavasti:

B1. ... pystyin ilmaisemaan oman näkökulmani.

B2. ... pystyin eläytymään toisten osallistujien näkökulmaan.

B3. ... minulla oli selvä käsitys suunnittelutehtävästä.

B4. ... osallistujat käyttivät samaa kieltä.

B5. ... minulla oli selvä käsitys suunnitteluprosessista.

B6. ... minulla oli selvä näkemys mikä oli tärkeää toisille.

B7. ... pystyimme tehokkaasti käsittelemään tietoa.

B8. ... pystyimme arvioimaan suunnitteluvaihtoehtojen laatua.

B9. ... erilaiset tiedolliset taustat (myyjä, suunnittelijat) tulivat esiin.

Kyselyn A vastauksista mitattiin osallistujien itsensä tyytyväisyyttä yhdessä pienryhmissä suoritettavasta suunnitteluprosessista. Tämä tehtiin designin lopputuloksen (väittämä A8) ja ryhmätyön (väittämät A1-A4 ja A10) perusteella. 24:sta osallistujasta 13 luokiteltiin tyytyväisiksi ja 8 tyytymättömiksi. Kolme osallistujaa sijoittui näiden kahden ääripään välimaastoon.

3.2. VE-Bike-tutkimuksen pienryhmien luokittelu

Yksilöiden lisäksi pienryhmät luokiteltiin suunnittelutehtävien menestyksen perusteella. Tämä toteutettiin laskemalla yhteen jokaisen pienryhmän jäsenten kyselyn A vastaukset.

Pienryhmät, jotka saivat korkeimmat tulokset tässä yhteenlaskussa, luokiteltiin suunnitteluprosessissa onnistuneiksi, kun taas ne pienryhmät, jotka saivat yhteenlaskussa matalimmat tulokset, luokiteltiin epäonnistuneiksi. Nämä onnistumisjärjestykseen asetetut pienryhmät numeroitiin roomalaisilla numeroilla I-VIII Yhteistyön piirteet virtuaalitulokissa -tutkimuksessa. Ryhmä I siis tarkoittaa itsearviointinsa mukaan suunnittelutehtävässään onnistuneinta pienryhmää, Ryhmä VIII taas epäonnistuneinta.

Kahdeksasta pienryhmästä kolme luokiteltiin kuuluvaksi onnistuneiden ryhmään ja kolme epäonnistuneiden ryhmään. Näiden ääripäiden väliin jäi kaksi pienryhmää, joita ei luokiteltu kumpaankaan kategoriaan.

3.3. VE-Bike-tutkimuksen tulokset

VE-Bike-tutkimuksen tavoitteena oli löytää erot onnistuneiden ja epäonnistuneiden suunnitteluprosessien välillä, kun pienryhmien jäsenet itse arvioivat suorittamansa prosessin onnistumisen. Kahden ääripään kategorian (onnistuneiden ja epäonnistuneiden) sisältämiä pienryhmiä vertailtiin, jos ne olivat arvioineet samalla tavalla kommunikaation yhteisessä suunnittelutehtävässä. Tämä analysoitiin kyselyn B väittämiin (B1-B9) annetuista vastauksista.

Yksilötasolla eroja onnistuneiden ja epäonnistuneiden pienryhmien välillä löytyi viidestä kyselyssä B esitetystä väittämästä. Eniten eroa oli saatavissa olevan informaation käytössä (väittämä B7). Muut erot pienryhmien välillä löytyivät muiden näkökulmien ymmärtämisestä (B2 ja B6) sekä tehtävän ja suunnitteluprosessin ymmärtämisestä (B3 ja B5).

Pienryhmien tasolta löytyi niin ikään eroja onnistuneiden ja epäonnistuneiden pienryhmien välillä. Nämä erot ovat samansuuntaisia kuin yksilötasolla, mutta pienempiä. Tämä johtuu tarkasteluyksikön koon eroista: yksilötasolla tarkasteluyksikkö sisältää vain yhden osallistujan, kun taas pienryhmätasolla jokaisessa tarkasteluyksikössä on kolme osallistujaa. Näin ollen pienryhmätason tarkasteluyksikköihin voi sisältyä myös niitä osallistujia, jotka ovat tyytymättömiä pienryhmänsä yhteiseen suunnitteluprosessiin. Pienryhmien tasolla merkittäviä eroja havaittiin kolmessa kyselyn B väittämässä. Kaksi niistä käsitteli pienryhmän jäsenten välistä kommunikaatiota (väittämät B2 ja B7), mutta yksi tehtävän ymmärtämistä (B3), mikä keskittyy yhteisen suunnitteluprosessin lopputulokseen.

VE-Bike-tutkimuksen tuloksien mukaan selviä eroja löytyy näiden pienryhmien välillä, jotka luokiteltiin osallistujien itsensä arvioihin perustuen yhteistyössään

onnistuneiksi tai epäonnistuneiksi. Tärkein näistä eroista oli kommunikaatio: miten osallistujat pystyvät käyttämään informaatiota yhteistyössään sekä kuinka osallistujat kykenevät eläytymään muiden osallistujien tavoitteisiin. Kolmanneksi tärkeimmäksi nousi suunnittelutehtävän ymmärtäminen.

VE-Bike-tutkimuksessa ainoastaan osallistujien täyttämät kyselyt analysoitiin ja pienryhmien jako onnistuneiden ja epäonnistuneiden kategorioihin ja näiden kategorioiden vertailu tehtiin osallistujien itsensä arvioiden perusteella. Artikkelissaan *Product Co-Creation in Virtual Environment: Successfulness from Participants' Point-of-view* [2015] Tiainen ja Ellman esittivät jatkotutkimusaiheeksi analyysin ja vertailun tekemistä pienryhmien yhteistyöstä ulkopuolisen tarkastelijan näkökulmasta videoanalyysin keinoja hyödyntäen. Juuri tämä ehdotus toimii tämän tutkielman innoituksena, materiaalina ja aiheena. Tämä gradu-tutkielma on yksi lisäanalyysi VE-Bike-tutkimuksessa kerätystä aineistosta.

4. Videoanalyysi

Yhteistyön piirteet virtuaalillassa -tutkimuksen menetelmänä käytettiin videoanalyysiä. Tässä luvussa tämä menetelmä esitellään yleisesti. Tarkemmin kerrotaan, miten videoanalyysiä hyödynnettiin tässä tutkimuksessa ja miten se tarkalleen toteutettiin.

4.1. Videoanalyysi kirjallisuudessa

Videoiden hyödyntäminen tutkimuksessa voidaan linkittää valokuvauksen alkuaikoihin 1800-luvun alkupuoliskolle, viiveettömän valokuvauksen keksimisen aikoihin. Pian 1830-luvulla viiveettömän valokuvauksen keksimisen jälkeen, sen merkitys ihmisen ja käyttäytymistieteiden analysoinnissa tunnustettiin. Sosiaalianthropologian piirissä tunnustettiin pian, että valokuvaus sekä filmin synty voisivat olla omaleimaisia ja tärkeitä resursseja tutkimustyölle. Tutkimuksen tekoon videoita alettiin hyödyntää 1800–1900-lukujen taitteessa. Ensimmäisiä tutkimustarkoituksiin tarkoitettuja filmejä kuvattiin tutkimusmatkoilta ja etnografisista aiheista. [Heath et al., 2010]

Nykypäivänä videoon perustuvat tutkimukset ovat alkaneet olla tärkeässä roolissa teknologian käytön analyysissa ja uusilla monitieteellisillä aloilla, jotka vaikuttavat uusien teknologioiden suunnitteluun, kehitykseen ja käyttöönottoon. Näitä aloja ovat muun muassa HCI (Human-Computer Interaction), CSCW (Computer-Supported Cooperative Work) ja jokapaikan tietotekniikka (Ubiquitous Computing). Teknologian kehittäjät ovat kääntyneet yhteiskuntatieteilijöiden puoleen saadakseen yksityiskohtaisen ymmärryksen sosiaalisesta ja vuorovaikutuksellisesta järjestyksestä niistä olosuhteista, joihin järjestelmät suunnitellaan ja joissa niitä käytetään. [Heath et al., 2010]

Videoanalyysiä käytetään HCI:n puolella muun muassa laboratoriokokeiden ja käytettävyydestä testauksen yhteydessä. Esimerkiksi Blandford ja muut [2001] käyttivät videoanalyysiä tarkkaillessaan käyttäjiä tutkimuksessaan verkkokirjastojen käytettävyydestä ja käyttökokemuksesta. Myös tutkiessaan biometrisen tunnistamisen käytettävyyttä Blanco-Gonzalo ja muut [2013] käyttivät videota tarkkaillakseen käyttäjien käyttäytymistä, ymmärtääkseen heidän näkemyksiään ja havaitakseen väärinkäyttöä. Vaikka videoanalyysiä käytetään, tutkimusraporteissa näitä menetelmiä ei kuitenkaan juurikaan avata alan tiedekulttuurista johtuen.

Monilla tieteenaloilla, mukaan lukien informaatiotieteet, yhteiskuntatieteellisten menetelmien käytön sijaan videoiden analyysi toteutetaan toisinaan myös tietokoneiden ja tietokoneohjelmien avulla. Automaattiset videoanalyysiohjelmat ovat hyödyllisiä

työvälineitä videomateriaalin analysointiin silloin, kun pystytään tarkasti määrittelemään, mitä videoilta halutaan erotella. Esimerkiksi Bhattacharya ja muut [2016] ehdottivat metodia automaattiseen tunteiden tunnistamiseen ja analysointiin digitaalisilta videoilta ja kuvista poimituista kasvoista.

Audiovisuaalista teknologiaa on hyödynnetty muun muassa työpaikkatutkimuksessa, sisältäen organisaatiollisten toimintojen analysointia monenlaisissa puitteissa, kuten kirurgisissa operaatioissa, kontrollikeskuksissa, valvontahuoneissa, lääketieteellisissä konsultaatioissa ja kauppakäyntihuoneissa. Filmiä ja videota on myös käytetty ihmistenvälisen kommunikaation analyysissä, etenkin ihmisten käytöksen nonverbaalisten puolien analysoinnissa. Vaikka psykologian ja sosiaalipsykologian tieteenaloilla tällainen tutkimus tyypillisesti tapahtui kokeellisissa puitteissa ja laboratorioissa, kannettavien ja kestävien videolaitteiden kehittyminen teki mahdolliseksi tutkimusten tekemisen kentällä. [Heath et al., 2010]

Kiinnostus videoon perustuvan tutkimuksen käyttämisestä käytännönläheisempiin ongelmiin akateemisen panostuksen ohella on kasvanut. Samoin on lisääntynyt kiinnostus menettelytapoihin ja käytäntöön vaikuttamisesta monilla aloilla sekä julkisella että yksityisellä sektorilla. Esimerkiksi videota ja videoihin perustuvaa tutkimusta käytetään kommunikaatiotaitojen koulutuksessa, kuluttajien käytöksen analysoimiseen kaupoissa, supermarketeissa ja jopa kotona. Videoihin perustuvaa tutkimusta käytetään myös vuorovaikutteisissa ja opetukseen keskittyvissä organisaatioissa, kuten museoissa, gallerioissa ja tiedekeskuksissa. [Heath et al., 2010]

Yhtenä videon suurena etuna on sen luotettavuus. Videotallenteet ovat yksityiskohtaisempia, kokonaisempia ja tarkempia verrattuna ihmisen tekemiin havaintoihin [Knoblauch et al., 2006]. Teknisesti ne ovat luotettavampia, koska ne mahdollistavat datan analyysin datan kerääjästä riippumattomasti [Knoblauch et al., 2006].

Video on luotettava ja halpa teknologia, joka mahdollistaa luonnollisesti tapahtuvien toimintojen tallentamisen sellaisena kuin ne tavallisissa elinympäristöissä, kuten kotona, töissä tai luokahuoneessa ilmenevät. Video kaappaa version tapahtumasta sellaisena kuin se tapahtuu. Se tarjoaa tilaisuuksia tallentaa sosiaalisen toiminnan piirteitä reaaliajassa: puhetta, näkyvää käytöstä sekä työkalujen, teknologian ja esineiden käyttöä. [Heath et al., 2010]

Videotallenteita voidaan tarkastella yksityiskohtaisesti. Niitä voidaan toistuvasti analysoida ja niiden kautta päästään käsiksi käytöksen ja vuorovaikutuksen

hienojakoisiin yksityiskohtiin, jotka eivät ole tavoitettavissa perinteisemmillä yhteiskuntatieteiden metodeilla. Videoiden yhteydessä on mahdollisuuksia taukoihin, jolloin voidaan kelata taaksepäin uudelleen rajausta, tarkennusta ja analyyttistä arviointia varten. Nämä ovat tutkijalle hyvin tehokkaita mahdollisuuksia. Ne ottavat huomioon datan moninkertaiset tarkastelut – eri kysymysten tutkimisen eri tilanteissa tai saman kysymyksen pohtimisen monesta näkökulmasta. [Heath et al., 2010]

Videoiden kestävyys mahdollistaa datan jakamisen. Etenkin digitaaliset videot tarjoavat joustavia tapoja yhteiskuntatieteellisen datan käsittelyyn, esittämiseen ja jakamiseen. Video voi tukea analyyttistä yhteistyötä sekä tarjota muille mahdollisuuksia käydä läpi alustavia havaintoja ja keskustella kyseiseen dataan perustuvista löydöistä. [Heath et al., 2010]

Monien etujen lisäksi videoita hyödyntävään tutkimukseen liittyy toki myös haastavia ja ongelmallisia piirteitä. Näitä ovat monet datan keräämiseen, audiovisuaalisen datan analyysiin ja tulosten esittämiseen ja levittämiseen liittyvät haasteet [Heath et al., 2010].

Videoiden nauhoittaminen jo itsessään sisältää haasteita, kuten kameran kuvakulman ja rajauksen, leikkaukset sekä muut filmaukseen ja editointiin liittyvät elementit. Lisäksi tallenteen muutamat minuutitkin tuottavat ison määrän visuaalista, kinesteettistä ja akustista dataa, joka pitää valmistella analyysia varten. Videotallenteiden tuottama datan suuri määrä asettaa tutkijalle ongelmia datan hallinnan, haun ja valinnan kanssa. Datan suuri määrä voi aiheuttaa paitsi datan ylikuorman ongelman myös herättää kysymyksen siitä, miten valita sopivat kohtaukset jatkoanalyysiä varten. Voi myös käydä niin, että nauhoitteiden laatu on haitallinen analyyttisiä tarkoituksia varten tai joitakin videon osia ei voi ottaa mukaan tarkempaan tarkasteluun esimerkiksi väärän kuvakulman vuoksi. [Knoblauch et al., 2006]

Avoimiksi tulevaisuuden metodologisia väittelyjä varten jäävät ongelmat siitä, mikä muodostaa analyysiyksikön sekä miten varmistaa tasapaino aikaa vievän mikroanalyysin ja laajemman datan tarkastelun välillä [Knoblauch et al., 2006]. Esimerkiksi miten tunnistetaan, valitaan ja kategorisoidaan toimintoja ja tapahtumia, sekä miten tunnistetaan ilmiöitä, ymmärretään toiminnon rakenne ja analysoidaan toimia ja toimintaa [Heath et al., 2010].

Kuten kaikkien muihinkin tutkimuksen muotoihin, videoanalyysiin liittyy laillisia ja eettisiä rajoitteita. Näitä ovat esimerkiksi se, missä filmaaminen on sallittua, kuka saa tallentaa sosiaalista vuorovaikutusta analyyttisiin tarkoituksiin, mitkä näistä kuvista

talletetaan, analysoidaan tai edes käytetään julkaisuun ja täten paljastetaan suurelle yleisölle. Yksilöiden oikeus yksityisyyteen on ollut keskustelun kohteena muun muassa turvallisuuden ohella. Tietoisien suostumuksen (eng. informed consent) varmistaminen näyttää olevan toistaiseksi järkevin käytännön ratkaisu, mutta ei aina mahdollinen esimerkiksi julkisissa tiloissa. Liikkuvan kuvan anonymisointi on myös teknisesti haastavaa. Niinpä yksityisyyden oikeuden kunnioittaminen videoanalyysissä on vaikeaa ja toistaiseksi ratkaisematon ongelma. [Knoblauch et al., 2006]

Videon perustuva tutkimus on alkanut oleellisesti vaikuttaa ymmärrykseemme ihmisen käyttäytymisestä ja kokemuksista, etenkin ymmärrykseemme sosiaalisesta vuorovaikutuksesta ja jokapäiväisestä elämästä. Videon tarjoama pääsy ihmistoimintaan sellaisina kuin ne suoritetaan arkipäiväisissä tilanteissa sekä videon kyky paljastaa muille tavanomaisten asioiden monimutkaisuuden ja luonteen, voi osoittautua todella oivaltavaksi ja vakuuttavaksi, sekä auttaa osoittamaan ihmisten arkipäiväisissä toimissaan kohtaamien ongelmien skaalan. Tutkimuksia on tehty monilta tieteenaloilta ja ne ovat edelleen vaikuttaneet moniin eri aloihin ja aihealueisiin, kuten terveyteen ja sairauteen, työhön ja organisaatioon, ihmistenväliseen kommunikaatioon, oppimiseen, ihminen-tietokone-vuorovaikutukseen, perheeseen ja kotiin sekä ammatin harjoittamiseen. [Heath et al., 2010]

Vaikka audiovisuaaliset tallenteet tarjoavat ainutlaatuisen pääsyn sosiaalisen toiminnan yksityiskohtiin, niitä käytetään melko vähän niiden merkittävästä potentiaalista huolimatta, toteavat Heath ja muut [2010] yhteiskuntatieteiden alalta. Vasta viime vuosina on alettu löytää merkittävää ja laajalle levinnyttä kiinnostusta videon, etenkin digitaalisen videon, käytölle analyttisenä resurssina. Videoihin perustuvan tutkimuksen nopeasti kasvava määrä on jo alkanut demonstroimaan tämän teknologian valtavaa potentiaalia. [Heath et al., 2010]

4.2. Videoanalyysi Yhteistyön piirteet virtuaalitulassa -tutkimuksessa

Yhteistyön piirteet virtuaalitulassa -tutkimuksessa pyritään selvittämään, mitkä piirteet erottavat yhteistyöprosessinsa onnistuneeksi ja epäonnistuneeksi arvioineet pienryhmät toisistaan ulkopuolisen tarkkailijan näkökulmasta. Toisin sanoen, tutkitaan, pystyykö ulkopuolinen tarkkailija tunnistamaan yhteistyönsä onnistuneeksi ja epäonnistuneeksi kokeneet pienryhmät.

Tässä tutkimuksessa tutkimusmetodiksi valittiin videoanalyysi, sillä se mahdollisti muita metodeja paremmin monen asian tarkkailun samasta tilanteesta. Videomateriaalia

analysoitaessa tutkijat eivät ole muistinsa tai muistiinpanojensa varassa, vaan materiaalin voi tutkia uudestaan ja uudestaan. Videomateriaali tarjosi myös useamman kuin yhden kuvakulman, jota ei sivusta tarkkailemalla ole mahdollista yhden ihmisen saada. Videoanalyysi mahdollisti pienryhmäläisten itsearviointien lisäksi toisen, ulkopuolisen ja puolueettoman näkökulman yhteistyötilanteisiin sekä näiden itsearviointien ja ulkopuolisen näkökulman vertailun.

Pienryhmien ja ryhmäläisten tutkiminen tapahtuu videomateriaalista videoanalyysiä hyödyntäen. Videoanalyysi toteutetaan manuaalisesti videomateriaalia katsomalla ja kuuntelemalla, havaintoja ylös kirjaamalla ja analysoimalla, ilman automaattisia videoanalyysiohjelmia. Mukaan otettuja tutkittavia piirteitä ja toimintoja valittiin sekä tutkimuskirjallisuudesta että videomateriaalista.

Videoanalyysissä analysoidaan tässä tutkimuksessa pienryhmäläisten verbaalista ja nonverbaalista kommunikaatiota. Verbaalisen kommunikaation osalta videoilta tutkitaan yhteistyötä edistävää eli osallistuvaa ja muita ryhmäläisiä osallistavaa kommunikaatiota. Nonverbaalisen kommunikaation osalta tässä tutkimuksessa videoilta tarkastellaan pienryhmäläisten samanaikaisten hiljaisten hetkien määrää, ryhmäläisten kehon asentoja ja fyysistä aktiivisuutta. Pienryhmien verbaalista ja nonverbaalista kommunikaatiota tutkitaan analysoimalla videoilta kuuluvaa puhetta tai sen puutetta sekä videoilta näkyviä pienryhmäläisten toimia.

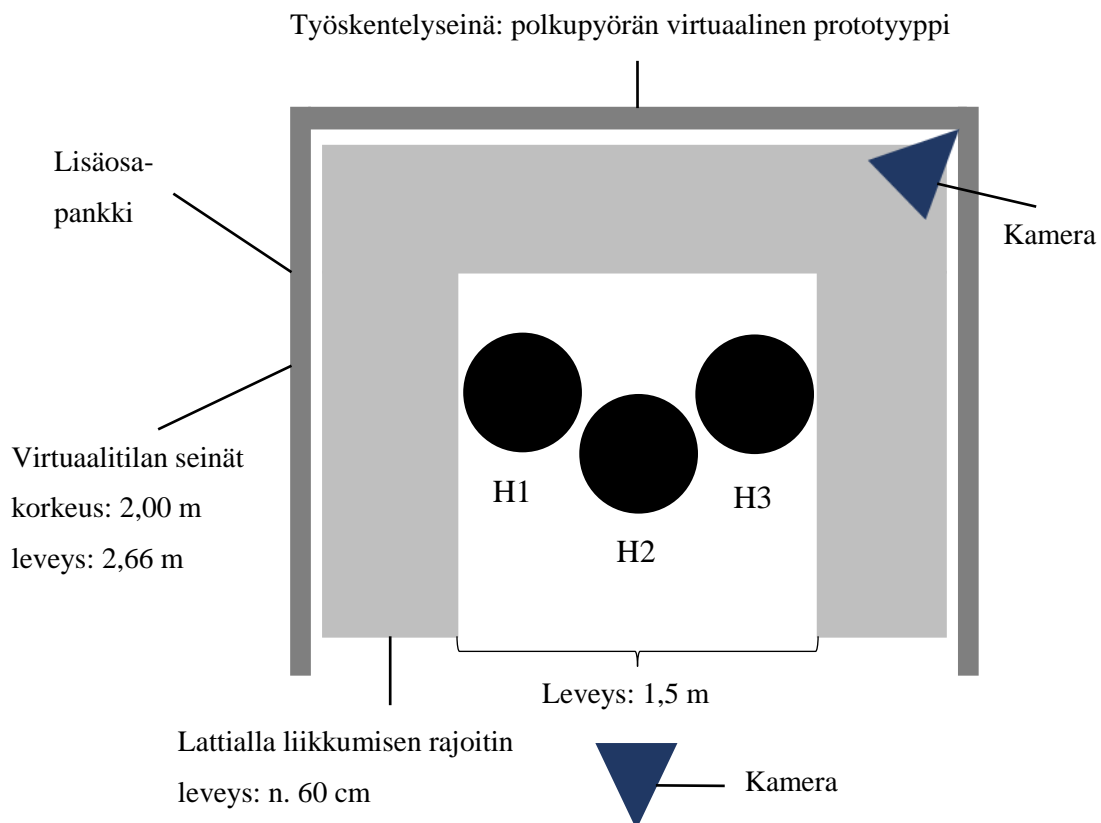
Muita tutkittavia ilmiöitä ovat ohjaimen kierrättäminen pienryhmissä sekä pienryhmien nopeus yhteistyöprosessista suoriutumisessa. Ohjaimen kierrättäminen on VR-tiloissa yleinen tapa, ja tässä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita siitä, onko sillä yhteyttä pienryhmien ja ryhmäläisten onnistumisen kokemuksiin. Nopea suoriutuminen taas rinnastetaan yleisesti tehokkuuteen ja onnistumiseen. Tässä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita siitä, kokevatko yhteistyössään nopeat pienryhmät itsensä hitaampia onnistuneemmaksi. Ohjaimen kierrättämistä tutkitaan laskemalla videoilta näkyvät ohjaimen ja sen kanssa paikantavien lasien vaihdot pienryhmäläisten välillä. Pienryhmien suoriutumisenopeuksia analysoidaan ottamalla aikaa yhteistyöprosessin alusta sen loppuun ja vertailemalla ryhmien välisiä aikoja ja itsearviointeja.

4.3. VE-Bike-tutkimuksesta saatu aineisto

Edellä käsiteltiin videoanalyysiä yleisesti sekä tässä tutkimuksessa, seuraavaksi siirrymme käsittelemään tämän tutkimuksen aineistoa. Tämän tutkielman aineistona on Tiaisen ja Ellmanin VE-Bike-tutkimuksessa [2015] kerätty videomateriaali. Materiaali

sisälsi CAVE-tyyppisessä virtuaalitilassa sekä fyysisessä tilassa suoritettujen yhteistyöprosessien tallenteet kahdeksalta pienryhmältä, joissa jokaisessa oli kolme osallistujaa. Videotallenteita oli yhteensä 24 kappaletta: kolme videota jokaista pienryhmää kohti. Kaksi näistä videotallenteista oli kuvattu pienryhmän suorittaessa suunnittelutehtäväänsä virtuaalitilassa ja yksi pienryhmän toimiessa fyysisessä tilassa. Fyysisen tilan videot jätettiin tässä tutkielmassa tarkastelun ulkopuolelle.

CAVE-tila koostui kolmesta seinästä (kuva 5), joista keskimmaiselle oli heijastettu polkupyörän virtuaalinen prototyyppi ja vasemmalle lisäosat. Virtuaalitilassa osallistujia kuvasi kaksi kameraa: toinen oikealta edestä alaviistosta ja toinen takaa (kuvat 5, 6 ja 7). Lattialla seinien vierellä tilaa kiersi liikkumisen rajoitin. Keskellä oli vapaata tilaa, johon osallistujat saivat sijoittua vapaasti. Liikkumatilaa ei ollut paljon, joten heidän oli sijoitettava melko lähekkäin ja usein lomittain, jolloin kaikkia ei näkynyt kameroista kokonaan.



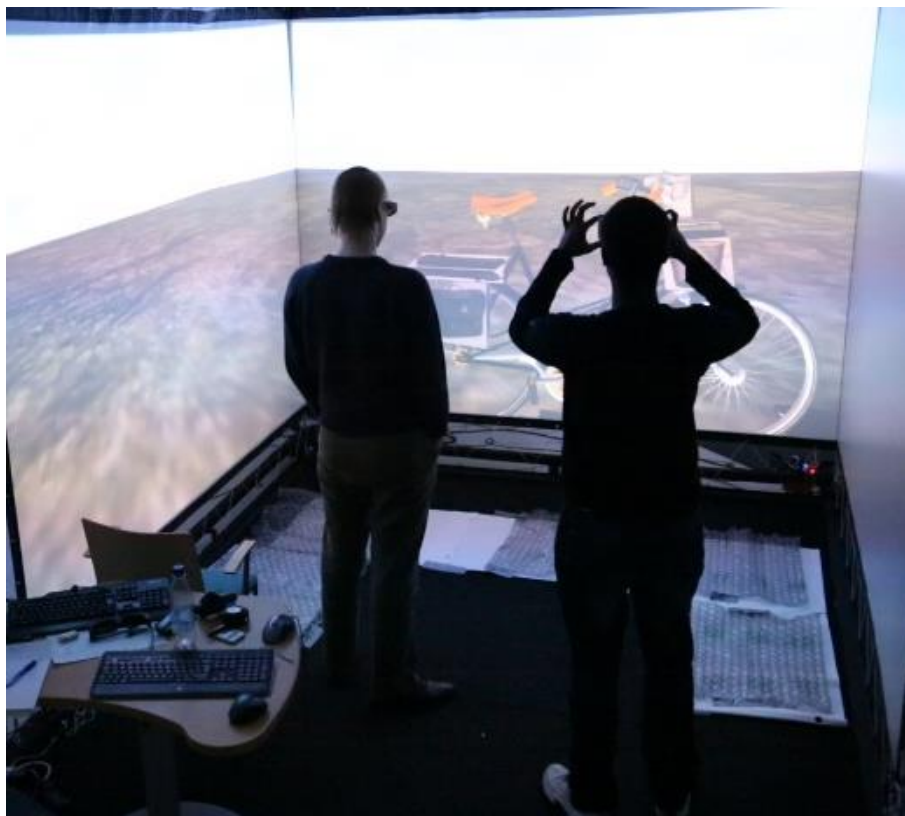
Kuva 5. CAVE-virtuaalitilan pohjapiirustus mittoineen ja ryhmäläisten (H1-H3) tyypillinen sijoittuminen tilassa.

Edestäpäin kuvatusta videomateriaalista pystyttiin tarkkailemaan pienryhmäläisten asentoja, liikkumista, ilmeitä, katseita ja hienovaraisia liikkeitä, kuten vaatteiden hypistelyä (kuva 6). Vaikka äänenlaatu oli lähes samantasoista sekä edestä että takaa kuvatuilla videoilla, oli puhujan identifioiminen edestäpäin kuvatuilta videoilta helpompaa. Takaa kuvatuilta videoilta pystyttiin tarkkailemaan ryhmäläisten sijaintia, liikkumista, liikkeitä ja asentoja (kuva 7).

Videomateriaalin laatu, virtuaalitilassa olleet olosuhteet ja kameran kuvakulmat asettivat joitakin rajoitteita materiaalin tarkastelulle ja analyysille. Hiljaisista äänistä ja puheesta oli vaikea saada selvää taustäänien ja äänenlaadun vuoksi. Etuoikealta alhaalta suunnatun kameran kuvakulma (kuva 6) vääristi hieman ryhmäläisten liikkeitä ja asentoja, jolloin nämä oli tarkistettava takaa kuvatuilta videoilta. Muutamat pienryhmien jäsenet jäivät myös toisten ryhmäläisten taakse johtuen etualhaalta suunnatusta kuvakulmasta ja ryhmäläisten itsensä valitsemasta sijoittumisesta CAVE-tilassa. Kaikkia pienryhmien osallistujia ei siis voitu tarkkailla kunnolla aivan koko aikaa.



Kuva 6. Edestäpäin kuvatusta videomateriaalista pystyttiin tarkkailemaan pienryhmäläisten ilmeitä, katseita, asentoja, liikkumista, ja hienovaraisia liikkeitä. Puhujan identifioiminen oli edestäpäin kuvatuilta videoilta helpompaa. Kuvassa tutkija.



Kuva 7. Takaa kuvatuilta videoilta pystyttiin tarkkailemaan ryhmäläisten sijaintia, liikkumista, liikkeitä ja asentoja. Kuvassa tutkijoita.

Videomateriaalista erotetut pienryhmien yhteistyöprosessien pituudet vaihtelivat 07:35 minuutin ja 20:24 minuutin välillä. Tarkat ajat ovat näkyvillä taulukossa 2. Ajanotto aloitettiin, kun pienryhmälle annettiin lupa aloittaa ja lopetettiin pienryhmän julistaessa olevansa valmis tai kun tutkija ilmoitti ajan päättyneen.

Pienryhmä	Yhteistyön kesto (min)
Ryhmä I	20:24
Ryhmä II	20:09
Ryhmä III	07:40
Ryhmä IV	07:35
Ryhmä V	18:38
<i>Ryhmä VI</i>	18:57
<i>Ryhmä VII</i>	15:34
<i>Ryhmä VIII</i>	16:10

Taulukko 2. Pienryhmien yhteistyöprosessien kestot. Pienryhmät itsearviointiensa mukaisessa järjestyksessä onnistuneimmasta (lihavoidut) epäonnistuneimpaan (kursivoidut) [Tiainen & Ellman, 2015].

4.4. Videoiden tutkiminen

Tässä tutkielmassa käsitelty videoanalyysi toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa vuoden 2015 marraskuussa tutkittiin VE-Bike-tutkimuksessa kerätty videomateriaali ensimmäisen kerran. Tällöin tarkasteltiin videoiden laatua ja sisältöä yleisesti sekä mitä verbaalista ja nonverbaalista kommunikaatiota niissä oli havaittavissa. Samalla merkittiin muistiin ensimmäisiä huomioita pienryhmissä vallinneista tunnelmista, kommunikaatiosta, jäsenten keskinäisistä suhteista ja rooleista sekä yhteistyöstä. Ensimmäisen katselukierroksen jälkeen luotiin taulukko ja koodisto kommunikaatiotoiminnoista, joita videoilta tultaisiin tarkemmin tarkkailemaan. Tämän toimintokoodit-aulukon luominen ja käyttö on kuvattu tarkemmin luvussa 4.4.1 1. vaihe: toimintokoodit.

Videoanalyysin toinen vaihe toteutettiin vuoden 2015 marras-joulukuun aikana. Tällöin videomateriaali tutkittiin toisen kerran erittelemällä tarkasti videoilta havaitut kommunikaation piirteet. Videomateriaalista havaitut kommunikaatiotoiminnot kirjattiin jokaisen pienryhmän kohdalla omaan taulukkoonsa (taulukko 3) käyttäen toimintokoodit- taulukkoon valittuja kommunikaatiotoimintoja ja niiden koodeja. Pienryhmän virtuaalitila-videoilta havaitut kommunikaatiotoiminnot kirjattiin koodeina taulukkoon kyseisen tilanteen ja pienryhmäläisen kohdalle. Jokaista pienryhmäläistä tarkasteltiin erikseen.

Tilanne/aika	Jäsen 1	Jäsen 2	Jäsen 3
1. 00:00 – 01:27			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
Loppu-kommentit			

Taulukko 3. Pienryhmä-aulukon pohja. Tummennus näyttää kenellä ryhmäläisellä on ohjain ja paikantavat lasit.

Videomateriaalin toisen tutkimisen yhteydessä jokaisen pienryhmän yhteistyöprosessi jaettiin useaan eri tilanteeseen. Yhdeksi tilanteeksi laskettiin samasta aiheesta puhuminen tai yleisesti samaan aiheeseen tai toimintoon keskittyminen.

Tilanteen katsottiin vaihtuvan puheenaiheen vaihtuessa, toimintojen tai käytöksen selkeästi muuttuessa sekä ohjainta vaihdettaessa ryhmäläisten kesken. Tilanteet vaihtelivat sisällöltään, lukumäärältään ja kestoaltaan yksilöllisesti pienryhmästä riippuen. Kesto vaihteli muutamasta sekunnista useaan minuuttiin.

Ohjaimen ja paikantavien lasien hallintaa ilmaistiin pienryhmä-taulukossa harmaalla taustavärillä (taulukko 3). Harmaa tausta pienryhmän jäsenen sarakkeessa merkitsi tämän ryhmäläisen pitävän ohjainta hallussaan kyseisen tilanteen aikana. Harmaan taustan siirtyminen toiselle pienryhmän jäsenelle merkitsi ohjaimen vaihtoa ryhmäläisten kesken.

4.4.1. 1. vaihe: toimintokoodit

Kategoria	Ala-kategoria	Lähde	Kommunikaatio-toiminto	Lopulliset kommunikaatio-toiminnot
Verbaalinen	-	Video-materiaali	Kysymykset	Puhe
			Vastaukset	
Nonverbaalinen	Keho	[Turk, 1985]	Suljettu asento (kuva 8)	Jännittyneet asennot (negatiiviset asennot)
			Jäykkä asento (kuva 9)	
			Avoim asento (kuvat 10-12)	Avoim asento (positiiviset asennot)
			Kyykistytminen (kuva 13)	Innostunut liikehtiminen
			Kumartuminen, kurkottelu, taivuttelu päällä tai yläkeholla (kuvat 14-15)	
			Kädellä tai käsillä elehtiminen (kuva 16)	
		Video-materiaali	Kädellä tai käsillä osoittaminen (kuva 17)	
	Äänet	[McShane & von Glinow, 2000]	Hiljaisuus	Hiljaisuus
	Muut	Videomateriaali	Muiden päälle puhuminen	Muiden päälle puhuminen

Taulukko 4. Jatkoanalyysiin valittujen kommunikaatiotoimintojen kategorisointi, lähteet ja muodot yhdistämisten jälkeen.

Videomateriaalista tarkasteltavat kommunikaatiotoiminnot kerättiin toimintokooditaulukkoon. Taulukkoon kerätyt kommunikaatiotoiminnot valittiin tämän tutkielman alussa käsitellystä viestinnän ja psykologian alan kirjallisuudesta sekä havaintoihin videomateriaalin sisällöstä eli mitä toimintoja videoilta oli havaittavissa. Kommunikaatiokanavat tai -keinot voidaan jakaa kahteen päätyyppiin: verbaaliseen ja nonverbaaliseen [McShane & von Glinow, 2000]. Mukaan valitut kommunikaatiotoiminnot kategorisoitiin siis verbaaliseen ja nonverbaaliseen kommunikaatioon.

Verbaalista kommunikaatiota tarkasteltiin sisällöltään sen suhteen, minkä tyyppisiä pienryhmäläisten puheenvuorot olivat olleet eli esitettiinkö kysymys tai vastaus. Kysymykseksi laskettiin kysymyssanan käyttö lauseessa. Osallistujien puhetta ei siis analysoitu tämän enempää. Nonverbaaliset kommunikaatiotoiminnot jaettiin alakategorioihin (taulukko 4: Ala-kategoria-sarake), joista Keho-alakategoriassa tarkkailtiin kehon asentoja ja liikehdintää, Äänet-alakategoriassa ryhmän yhtäaikaista hiljaisuutta [McShane & von Glinow, 2000] ja Muut-alakategoriassa muiden päälle puhumista.

4.4.2. *Kehon asennot ja liikkeet*

Nonverbaalista kommunikaatiota tutkittiin verbaalista laajemmin. Nonverbaaliset kommunikaatiotoiminnot jaettiin runsautensa vuoksi alakategorioihin (taulukko 4: Ala-kategoria-sarake). Keho-alakategoriassa tarkasteltiin kehon asentoja [Turk, 1985] ja niiden vaihteluja (kuvat 8-17, graduntekijän havainnollistamana). Näihin kuuluivat suljettu asento (kuva 8), jäykkä asento (kuva 9) sekä avoin asento (kuvat 10-12). Muut keho-alakategoriaan kuuluvat kommunikaatiotoiminnot olivat liikehtiminen [Turk, 1985] (kuvat 13-15), elehtiminen [Turk, 1985] (kuva 16) ja osoittaminen (kuva 17).

Ohjaimen käyttöön vaadittavia kädenliikkeitä ja -eleitä ei otettu erikseen mukaan nonverbaaleihin kommunikaatiotoimintoihin eikä niiden laskettu kuuluvan muihin eleisiin tai kädenliikkeisiin. Ne päätettiin jättää kokonaan tarkastelun ulkopuolelle.



Kuva 8. Suljettu asento. Kätet rinnalla puuskassa.



Kuva 9. Jäykkä asento. Paino molemmilla jaloilla ja ryhti suora.



Kuva 10. Avoin asento 1: kätet taskussa.



Kuva 11. Avoin asento 2: kätet selän takana.



Kuva 12. Avoin asento 3: kädet lanteilla.



Kuva 11. Kyykistytminen.



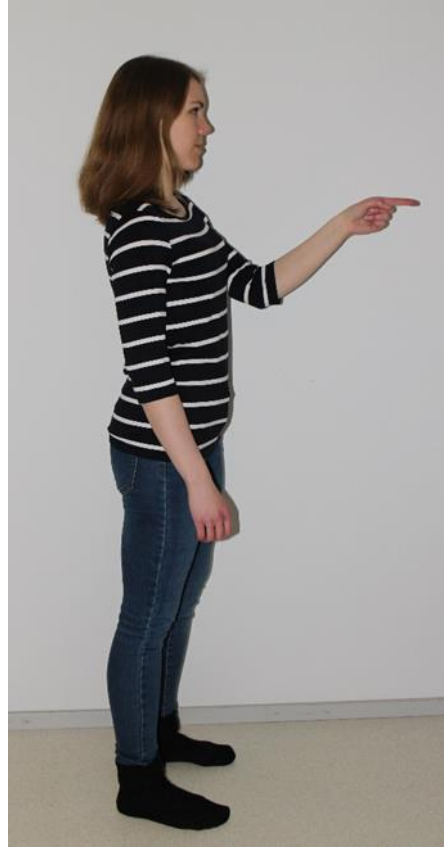
Kuva 14. Kumartuminen.



Kuva 15. Kurkottelu ja taivuttelu päällä tai yläkeholla.



Kuva 16. Käsillä elehtiminen.



Kuva 17. Kädellä osoittaminen.

4.4.3. 2. vaihe: jatkoanalyysiin valitut kommunikaatiotoiminnot

Videomateriaalin tutkimisen ja luokittelun jälkeen suoritettiin kerätyn datan jatkoanalysointi. Dataa oli kerätty kahdeksan taulukon verran, yksi taulukollinen jokaista pienryhmää kohti. Näihin oli merkitty koodein verbaaliseen ja nonverbaaliseen kommunikaatioon ja nonverbaalisen kommunikaation osalta edelleen alakategorioihin jaetut kommunikaatiotoiminnot. Datan määrä pienryhmää kohti vaihteli riippuen siitä nopeudesta ja toimintatavasta, jolla pienryhmä oli suorittanut annetun yhteistyötehtävän.

Kaikkia tutkimuksen alussa toimintokoodit-taulukkoon valittuja ja videoilta tarkasteltuja kommunikaatiotoimintoja ei otettu mukaan datan jatkoanalysointivaiheeseen. Jatkoanalysointiin valittiin mukaan selkeästi ryhmiä erottelevat kaksi verbaalista ja yhdeksän nonverbaalista kommunikaatiotoimintoa (taulukko 4: Kommunikaatiotoiminto-sarake). Yhteensopivat ja samaa ilmaisevat kommunikaatiotoiminnot sulautettiin yhteen, jonka jälkeen jäljellä oli kuusi lopullista kommunikaatiotoiminto-kategoriaa jatkoanalysoitavaksi: puhe, jännittyneet asennot, avoin asento, innostunut liikehtiminen, hiljaisuus sekä muiden päälle puhuminen

(taulukko 4: Lopulliset kommunikaatiotoiminnot -sarake). Kommunikaatiotoimintojen kategorisointi ja yhdistäminen on tiivistetty taulukkoon 4.

Nämä jatkoanalyysiin valitut ja yhteen sulautetut toiminnot merkittiin pienryhmistä koottuihin taulukoihin toisistaan erottuvilla väreillä. Valitut kommunikaatiotoiminnot erottuivat väreillä korostettuina muista toiminnoista selkeämmin ja niiden laskeminen oli helpompaa. Pienryhmistä koostetuista taulukoista erottuivat näin myös ne kohdat, joissa jotakin tiettyä toimintoa esiintyi paljon tai ei ollenkaan. Ohjaimen hallinta merkittiin myös pienryhmistä koostettuihin taulukoihin.

4.5. 3. vaihe: kerätyn datan jatkoanalysointi

Videomateriaalin tutkimisen aikana ei vielä kiinnitetty huomiota siihen, mitkä pienryhmistä olivat niitä, jotka olivat itse arvioineet yhteistyönsä onnistuneeksi ja mitkä epäonnistuneeksi. Nämä ryhmäläisten itsearvioinnit huomioitiin nyt datan jatkoanalysoinnissa. Datan keräämisen ja jatkotarkasteluun valittujen kommunikaatiotoimintojen korostamisen jälkeen tehtiin dataan perustuen arvioita, mitkä ryhmistä olivat mahdollisesti niitä, jotka olivat arvioineet yhteistyönsä onnistuneeksi ja mitkä epäonnistuneeksi. Tämän jälkeen pienryhmät yhdistettiin VE-Bike-tutkimuksesta saatuun dataan eli ryhmäläisiltä kerättyihin itsearviointeihin pienryhmänsä yhteistyön onnistumisesta.

Kommunikaatiotoimintojen esiintymisten vertailua varten laskettiin, paljonko kullakin pienryhmällä oli yhteistyöprosessinsa aikana esiintynyt kutakin lopullista kommunikaatiotoiminto-kategoriaa (katso taulukko 4, Lopulliset kommunikaatiotoiminnot -sarake). Lukumäärät laskettiin pienryhmä-taulukoista jokaista pienryhmää, ryhmäläistä sekä lopullista kommunikaatiotoimintoa kohti.

Toimintojen lukumäärien laskemisen jälkeen muodostettiin lopullisten kommunikaatiotoiminto-kategorioiden prosenttiosuudet pienryhmien sisällä. Toisin sanoen selvitettiin kuinka paljon kukin ryhmäläinen oli suorittanut jokaista lopulliset kommunikaatiotoiminnot -kategorian toimintoa koko pienryhmän tuloksesta. Tällä selvitettiin, miten näiden toimintojen suorittaminen jakautui ryhmäläisten kesken. Prosenttiosuudet laskettiin osittain näistä kategorioista erikseen, osittain näitä kategorioita yhdistelemällä.

Erikseen prosenttiosuudet laskettiin Innostuneesta liikehtimisestä, Jännittyneistä asennoista ja Avoimesta asennosta. Näistä kategorioista pyrittiin selvittämään fyysisen aktiivisuuden ja erilaisten asentojen yhteyttä yhteisprosessin itsearvioituun

onnistumiseen. Lisäksi prosenttiosuuksien laskemista varten kategorioita yhdisteltiin. Jännittyneet asennot- ja Avoin asento -kategorian yhdistelmästä pyrittiin selvittämään yleisesti asentojen, Kysymykset ja vastaukset- ja Muiden päälle puhuminen -kategorioista verbaalisen aktiivisuuden sekä Kysymykset ja vastaukset-, Muiden päälle puhuminen- ja Innostunut liikehtiminen -kategorioista kokonaisaktiivisuuden yhteyttä yhteistyössä koettuun onnistumiseen.

Hiljaisuudeksi määriteltiin tässä tutkimuksessa vähintään viisi sekuntia kestävä, kaikkien pienryhmän jäsenten yhtäaikainen tauko puheesta. Puheen ja äännähdyksien katsottiin rikkovan hiljaisuuden. Jos tauko puheesta kesti vähintään viisi sekuntia, se laskettiin yhdeksi hiljaiseksi hetkeksi eli hiljaisuudeksi. Hiljaisuuteen ei laskettu mukaan yksittäisten ryhmäläisten omia erillisiä hiljaisia hetkiä muiden puhuessa. Tämän vuoksi Hiljaisuus-kategoriasta ei laskettu ryhmäläisten omia prosenttiosuuksia, vaan pelkät hiljaisuuden lukumäärät jokaista pienryhmää kohti.

Tässä osiossa esitellyllä kolmivaiheisella analyysillä saavutettiin tutkimustulokset. Näihin perehdytään seuraavaksi.

5. Tulokset

Yhteistyön piirteet virtuaalitullassa -tutkimuksen tavoitteena on tutkia, mitkä piirteet erottavat yhteistyössään ryhmäläisten itsearvioinnin perusteella onnistuneet ja epäonnistuneet ryhmät toisistaan, sekä mitä samoja piirteitä näillä ryhmillä kenties on. Tässä kappaleessa esitetään Yhteistyön piirteet virtuaalitullassa -tutkimuksen tulokset.

Onnistuneita ja epäonnistuneita pienryhmiä erottavia piirteitä löydettiin kaksi: onnistuneissa pienryhmissä ryhmäläisten aktiivisuuden tasaisempi jakautuminen sekä epäonnistuneissa pienryhmissä hiljaisuuden tiheämpi esiintyvyys ryhmätasolla. Eroja, jotka olisivat yhteydessä pienryhmien itsearvioituun onnistumiseen, ei löydetty avointen ja jännittyneiden asentojen määristä tai jakautumisesta yksilö- tai ryhmätasolla. Eroja ei löydetty myöskään ohjaimen kierrättämisen määrässä pienryhmien sisällä eikä pienryhmien suoriutumisajoissa.

5.1. Aktiivisuuden määrä yksilötasolla

Tässä tutkimuksessa aktiivisuus määriteltiin kirjallisuuteen ja videoaineistoon perustuen käsittävän puheen, innostuneen liikehtimisen sekä muiden päälle puhumisen pienryhmissä yksilötasolla. Tutkittuun innostuneeseen liikehdintään liittyen kirjallisuudessa on kerrottu nonverbaalisiin ilmauksiin kuuluvan muun muassa kehon asennot, liikehdintä ja laaja skaala eleitä [Turk, 1985]. Taas puheeseen ja muiden päälle puhumiseen liittyen kirjallisuudessa McShane ja von Glinow [2000] mainitsevat verbaalisen kommunikaation sisältävän kirjoituksen ohella kaikki suulliset keinot, joilla merkityksiä välitetään sanallisesti.

Tässä tutkimuksessa puhe sisälsi kysymykset ja vastaukset eli yhteistyötä edistävän ja muita osallistavan verbaalisen aktiivisuuden. Innostunut liikehtiminen sisälsi osallistuvan fyysisen aktiivisuuden eli kyykistymisen, kumartumisen, kurkottelun ja taivuttelun päällä tai yläkeholla sekä kädellä tai käsillä osoittamisen ja elehtimisen. Muiden päälle puhumisen katsottiin myös osoittavan osallistumista ja aktiivisuutta.

Kaikkien kahdeksan pienryhmän jäsenille laskettiin prosentuaalinen osuus heidän pienryhmänsä verbaalisesta ja fyysisestä aktiivisuudesta sekä näiden yhdistelmästä kokonaisaktiivisuudesta. Aktiivisuuden prosentuaalinen jakautuminen on esitetty taulukossa 5.

Ryhmä	Jäsen	Verbaalinen aktiivisuus (%)	Fyysinen aktiivisuus (%)	Kokonaisaktiivisuus (%)
Ryhmä I	1	37	33	35
	2	37	28	33
	3	26	39	32
Ryhmä II	1	54	21	42
	2	12	41	22
	3	34	38	36
Ryhmä III	1	30	9	24
	2	23	21	22
	3	47	70	54
Ryhmä IV	1	18	10	17
	2	39	40	39
	3	43	50	44
Ryhmä V	1	37	29	34
	2	36	63	45
	3	27	8	21
Ryhmä VI	1	47	24	39
	2	19	16	19
	3	34	60	42
Ryhmä VII	1	58	54	56
	2	21	34	27
	3	21	12	17
Ryhmä VIII	1	51	64	55
	2	34	30	33
	3	15	6	12

Taulukko 5. Verbaalisen, fyysisen ja kokonaisaktiivisuuden jakautuminen yksilötasolla pienryhmien sisällä.

Pienryhmäläisten verbaalisen aktiivisuuden prosenttiosuudet laskettiin kaavalla 1.

$$\frac{a_i}{\sum_{k=1}^n a_k} * 100$$

Kaava 1. Verbaalisen ja fyysisen aktiivisuuden prosenttiosuus ryhmäläistä kohti.

Kaavassa 1 a_i on ryhmäläisen i puheenvuorojen lukumäärä ja n = ryhmäläisten lukumäärä. Fyysisen aktiivisuuden prosenttiosuudet ryhmäläisille laskettiin käyttäen samaa kaavaa. Tällöin a_i oli ryhmäläisen i innostuneen liikehtimisen lukumäärä.

Kokonaisaktiivisuus jokaista pienryhmäläistä kohti laskettiin kaavalla 2.

$$\frac{v_i + f_i}{\sum_{k=1}^n v_k + f_k} * 100$$

Kaava 2. Kokonaisaktiivisuuden prosenttiosuus ryhmäläistä kohti.

Kaavassa 2 v_i on ryhmäläisen i verbaalinen aktiivisuus prosentteina, f_i ryhmäläisen i fyysinen aktiivisuus prosentteina, ja nimittäjässä on pienryhmän jäsenten kokonaisaktiivisuus.

Taulukon 5 prosenttiosuuksia analysoitiin vertailemalla arvoja toisiinsa ja laskemalla prosenttiosuuksien erotuksia prosenttiyksikköinä. Prosenttiosuuksista nähtiin, että yhteistyönsä epäonnistuneeksi arvioineissa pienryhmissä (Ryhvät VI-VIII) kokonaisaktiivisuus jakautui hyvin epätasaisesti ryhmäläisten kesken. Esimerkiksi Ryhmässä VIII aktiivisimman ja passiivisimman ryhmäläisen välillä on 43 prosenttiyksikköä. Sitä vastoin yhteistyönsä onnistuneeksi arvioineissa pienryhmissä (Ryhvät I-III) jäsenten kokonaisaktiivisuus oli jakautunut tasaisemmin, he olivat aktiivisuudessaan lähempänä toisiaan. Ryhmän I aktiivisimman ja passiivisimman jäsenen välillä oli vain kolme prosenttiyksikköä.

Näyttäisi myös siltä, että Ryhmissä I-III ryhmäläiset, jotka olivat vähemmän aktiivisia verbaalisesti, olivat enemmän aktiivisia fyysisesti. Samoin näissä pienryhmissä fyysisesti vähemmän aktiiviset ryhmäläiset näyttäisivät olevan enemmän aktiivisia verbaalisesti. Esimerkiksi Ryhmässä I jäsen 3 on verbaalisesti vähiten aktiivisin, mutta fyysisesti ryhmänsä aktiivisin jäsen. Niin ikään Ryhmässä II fyysisesti vähiten aktiivisin ryhmäläinen, jäsen 1, on verbaalisesti pienryhmänsä aktiivisin. Samaa ilmiötä ei ole huomattavissa Ryhmissä VI-VIII. Näissä pienryhmissä vähiten verbaalisesti aktiivisimmat jäsenet näyttävät olevan vähiten aktiivisia myös fyysisesti. Esimerkiksi Ryhmän VI jäsen 2 on pienryhmänsä vähiten aktiivisin sekä verbaalisesti että fyysisesti. Tulokset tästä ovat tosin alustavia ja havainto vaatii jatkotutkimuksia.

5.2. Hiljaisuuden tiheys ryhmätasolla

McShanen ja von Glinown [2000] määrittelivät hiljaisuuden kuuluvan nonverbaaliseen viestintään. Yhteistyön piirteet virtuaalitullassa -tutkimuksessa hiljaisuudeksi määriteltiin vähintään viisi sekuntia kestävä, kaikkien pienryhmäläisten yhtäaikainen tauko puheesta. Puheen lisäksi äännähdyksien katsottiin rikkovan hiljaisuuden. Yksittäisten pienryhmäläisten omia erillisiä hiljaisia hetkiä muiden puhuessa ei laskettu mukaan hiljaisuuteen.

Yhteistyöprosessista kuvatulla videomateriaalilta ryhmäläisten yhtäaikaista hiljaisuutta havaittiin lähes joka pienryhmällä. Jokaista pienryhmää kohti laskettiin näillä yhteistyöprosessin aikana esiintyneiden hiljaisuuksien lukumäärä. Tarkat lukumäärät hiljaisuuksista sekä niiden keskimääräinen esiintymistiheys on koottu taulukkoon 6. Taulukon Hiljaisuuksien esiintymistiheys -sarakkeen aikojen laskemiseen käytettiin laskukaavaa 3.

$$\frac{\frac{a * 60 + b}{c + 1}}{60}$$

Kaava 3. Hiljaisuuksien esiintymistiheys. Tuloksena minuutit desimaalimuodossa.

Kaavassa 3 a on yhteistyöprosessin keston kokonaiset minuutit, b kestosta jäljelle jäävät sekunnit ja c pienryhmän hiljaisuuksien lukumäärä (katso taulukko 6). Saadut desimaaliluvut eli desimaalimuotoiset minuutit muutettiin takaisin 00:00-muotoon kaavalla 4.

$$(floor(x): (x - floor(x)) * 60)$$

Kaava 4. Desimaalimuotoisten minuuttien muuntaminen minuuteiksi ja sekunneiksi eli 00:00-muotoon.

Kaavassa 4 x on aika minuutteina desimaalimuodossa. Floor on funktio, joka palauttaa suurimman kokonaisluvun, joka on pienempi tai yhtä suuri kuin parametrina annettu reaalitylitys.

	Pienryhmä	Prosessin kesto a, b	Hiljaisuus (kpl) c	Hiljaisuuksien esiintymistiheys
Yhteistyö toimi	Ryhmä I	20:24	4	04:05
	Ryhmä II	20:09	6	02:53
	Ryhmä III	07:40	0	(07:40)
	Ryhmä IV	07:35	6	01:05
	Ryhmä V	18:38	1	09:19
Yhteistyö ei toiminut	Ryhmä VI	18:57	11	01:35
	Ryhmä VII	15:34	11	01:18
	Ryhmä VIII	16:10	6	02:19

Taulukko 6. Pienryhmien yhteistyöprosessien kesto, hiljaisuuksien lukumäärät ja tauottoman puheen keskimääräiset kesto.

Taulukossa 6 näkyvä Ryhmä III oli poikkeus ylläolevia kaavoja käytettäessä. Ryhmällä III hiljaisuuksia oli 0. Kaavoja 3 ja 4 käyttämällä hiljaisuuksien

esiintymistiheydeksi saatiin 07:40, joka on sama kuin pienryhmän yhteistyöprosessin kesto. Tämän vuoksi tulos on merkitty sulkeisiin Hiljaisuuksien esiintymistiheys - sarakkeeseen.

Pienryhmien hiljaisuuksien esiintymistiheyksistä havaittiin, että yhteistyönsä epäonnistuneeksi arvioineilla pienryhmillä (Ryhmät VI-VIII) oli kaikkien ryhmäläisten samanaikaisia hiljaisia hetkiä tiheämmin kuin pienryhmillä, jotka olivat arvioineet yhteistyöprosessinsa onnistuneeksi (Ryhmät I-III). Ryhmillä VI ja VII hiljaisuuksia oli myös huomattavasti lukumäärällisesti enemmän kuin muilla ryhmillä, lähes kaksinkertainen määrä.

Löydetty tulos hiljaisuuden esiintymisestä tiheämmin epäonnistuneilla pienryhmillä kuin onnistuneilla, on kiinnostava ja yllättäväkin, kun otetaan huomioon, että tutkimus on tehty suomalaisessa kulttuurissa. Yleisesti tiedetään, että hiljaisuus on niin sanotusti osa suomalaisuutta ja luontevampaa kuin monissa muissa kulttuureissa. Suomalaisessa kulttuurissa sosiaalinen elämä ja ihmisten välinen kanssakäyminen sisältävät ajoittain hiljaisuutta [Carbaugh et al., 2006]. Hiljaiset hetket sekä ihmisten halu olla hiljaa ja häiritsemättä ovat luonnollisia ja normaaleja [Carbaugh et al., 2006]. Niitä voi esiintyä ihmisten ollessa yksin tai erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa muiden kanssa [Carbaugh et al., 2006]. Carbaughin ja muiden mukaan hiljaisuus suojaa ihmisiä rasitukselta ja häiriötekijöiltä ja on tärkeää ihmisten hyvinvoinnille ja kehitykselle. Tässä tutkimuksessa hiljaisuuden tiheällä esiintyvyydellä näyttää kuitenkin olevan yhteys epäonnistumiseen ryhmätyötilanteessa.

5.3. Ei havaittua vaikutusta pienryhmien koettuun onnistumiseen

Edellä käsiteltiin tässä tutkimuksessa havaittuja piirteitä, jotka erottivat onnistuneita ja epäonnistuneita pienryhmiä. Seuraavaksi esitellään piirteet, joiden ei tässä tutkimuksessa havaittu olevan yhteydessä pienryhmien yhteistyötilanteessa koettuun onnistumiseen.

5.3.1. Asennot yksilö- ja ryhmätasolla

Nonverbaalisiin ilmaisuihin kuuluvat Turkin [1985] mukaan myös kehon asennot, joiden hän toteaa viestivän muille henkilön mielentilaa. Tässä tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita siitä, onko avoimilla tai jännittyneillä asennoilla (taulukko 4) yhteyttä pienryhmien suunnittelutehtävän itsearvioituun onnistumiseen. Tutkijan alkuoletus oli, että jännittyneet asennot ilmaisevat jännitystä, tyytymättömyyttä ja puolustuskannalla

olemista ja vaikuttavat muihin ryhmäläisiin herättäen näitä samoja tunteita ja ilmaisuja heissä. Tämän oletettiin johtavan pienryhmän sisäiseen jännittyneisyyteen ja tyytymättömyyteen sekä yhteistyöprosessin koettuun epäonnistumiseen.

Ryhmä	Jäsen	Avoimet asennot (lkm) – %	Jännittyneet asennot (lkm) - %	Asennot yhteensä %
Ryhmä I	1	(12) - 39 %	(16) - 44 %	42 %
	2	(13) - 42 %	(10) - 28 %	34 %
	3	(6) - 19 %	(10) - 28 %	24 %
Ryhmä II	1	(5) - 29 %	(5) - 16 %	20 %
	2	(12) - 71 %	(9) - 28 %	43 %
	3	(0) - 0 %	(18) - 56 %	37 %
Ryhmä III	1	(2) - 33 %	(1) - 20 %	27 %
	2	(3) - 50 %	(3) - 60 %	55 %
	3	(1) - 17 %	(1) - 20 %	18 %
Ryhmä IV	1	(0) - 0 %	(2) - 29 %	17 %
	2	(0) - 0 %	(3) - 42 %	25 %
	3	(5) - 100 %	(2) - 29 %	58 %
Ryhmä V	1	(2) - 13 %	(30) - 48 %	41 %
	2	(10) - 62 %	(21) - 33 %	39 %
	3	(4) - 25 %	(12) - 19 %	20 %
Ryhmä VI	1	(5) - 50 %	(1) - 4 %	17 %
	2	(5) - 50 %	(13) - 52 %	52 %
	3	(0) - 0 %	(11) - 44 %	31 %
Ryhmä VII	1	(3) - 12 %	(3) - 27 %	17 %
	2	(4) - 17 %	(1) - 9 %	14 %
	3	(17) - 71 %	(7) - 64 %	69 %
Ryhmä VIII	1	(11) - 65 %	(10) - 26 %	38 %
	2	(4) - 23 %	(12) - 32 %	29 %
	3	(2) - 12 %	(16) - 42 %	33 %

Taulukko 7. Pienryhmäläisten avointen ja jännittyneiden asentojen lukumäärät (suluissa) sekä asentojen prosentuaalinen jakautuminen pienryhmäläisten välillä.

Tutkimuksessa ei löydetty yhteyttä asentojen ja pienryhmien itsearvioitun onnistumisen tason välillä. Pienryhmien jokaista ryhmäläistä kohti lasketuista avointen sekä jännittyneiden asentojen lukumääristä ja prosentuaalisesta jakautumisesta pienryhmän sisällä (taulukko 7) ei löytynyt yhteyttä siihen, miten onnistuneeksi yhteistyöprosessinsa pienryhmät olivat arvioineet. Sekä onnistuneiden että epäonnistuneiden pienryhmien joukossa oli niitä pienryhmiä, joissa avoimet ja

jännittyneet asennot jakautuivat hyvin epätasaisesti sekä niitä pienryhmiä, joissa ne jakautuivat hieman tasaisemmin. Esimerkiksi Ryhmässä II avoimet asennot jakautuivat hyvin epätasaisesti siten, että pienryhmän jäsenellä 3 niitä ei esiintynyt yhtään ja jäsenellä 2 niitä esiintyi 71 % koko ryhmässä esiintyneistä avoimista asennoista. Ryhmän VI jäsenellä 3 avoimia asentoja ei myös esiintynyt yhtään, mutta ryhmän kahdella muulla jäsenellä niitä esiintyi yhtä paljon, viisi kappaletta. Toisena esimerkkinä jännittyneiden asentojen prosentuaalinen jakautuminen ryhmäläisten kesken ei ollut kovin kaukana toisistaan yhteistyössään onnistuneimmalla ja epäonnistuneimmalla pienryhmällä eli Ryhmillä I ja VIII. Molemmilla ryhmillä ero pienimmän ja suurimman prosenttiosuuden saaneella ryhmän jäsenen välillä oli 16 prosenttiyksikköä.

Yhteyttä siihen, miten onnistuneeksi yhteistyöprosessinsa pienryhmät olivat arvioineet, ei löydetty myöskään yhdistämällä avoimet ja jännittyneet asennot. Asennot yhdistettiin, jotta nähtäisiin onko yleisesti asennoilla ja niiden jakautumisella ryhmäläisten kesken yhteyttä pienryhmien yhteistyöprosessin koettuun onnistumiseen. Prosentuaaliset osuudet yhdistetyistä asennoista laskettiin jokaisen pienryhmän jokaista jäsentä kohti (taulukko 7, Asennot yhteensä -sarake).

5.3.2. Ohjaimen kierrättäminen pienryhmissä

Avointen ja jännittyneiden asentojen ohella piirre, jolla ei tässä tutkimuksessa havaittu olevan yhteyttä pienryhmien itsearvioituun onnistumiseen, oli ohjaimen kierrättäminen pienryhmissä. VR-tiloissa on monesti tapana antaa kaikkien osallistujien kokeilla ohjainta. Tämän toimintatavan taustalla on ajatus, että ohjaimen kierrättäminen saisi virtuaalimallin tuntumaan realistisemmalla käyttäjän päästessä itse hallitsemaan sitä. Ohjaimen hallinnan vaikutusta yhteistyön dynamiikkaan, rooleihin ja niiden vaihtumiseen ryhmässä sekä yhteistyön onnistumiseen on tutkimuksissa pohdittu. Tässä tutkimuksessa analysoitiin, vaikuttaako ohjaimen kierrättäminen eli ohjaimen vaihtaminen ryhmäläiseltä toiselle siihen, miten onnistuneeksi pienryhmien jäsenet arvioivat yhteistyöprosessinsa.

Tässä tutkimuksessa ohjaimen kierrättämisellä ei havaittu olevan merkitystä pienryhmien itsearvioituun onnistumiseen. Ohjainta yhteistyöprosessin aikana eniten, eli neljä kertaa, ryhmäläiseltä toiselle kierrättänyt ryhmä oli Ryhmä I (taulukko 8), joka oli sijoittunut yhteistyön onnistumisen itsearvioinnissa ryhmistä parhaaksi. Toiseksi eniten, eli kolme kertaa, ohjainta kierrätettiin Ryhmässä VII, joka oli itsearviointinsa mukaan sijoittunut pienryhmistä toiseksi huonoimmaksi. Muissa pienryhmissä ohjainta

kierrätettiin nollasta kahteen kertaan ryhmäläiseltä toiselle yhteistyöprosessin aikana. Ryhmässä II ohjaimen kierrätystä ei tapahtunut yhteistyöprosessin aikana ollenkaan. Tässä pienryhmässä ohjainta vaihdettiin ryhmäläiseltä toiselle vasta tutkijan niin kehottaessa sen jälkeen, kun pienryhmä totesi olevansa jo valmiita.

Sekä onnistuneimpien että epäonnistuneimpien pienryhmien joukossa oli niitä, joissa ohjainta kierrätettiin hyvin vähän tai ei yhtään. Molemmissa oli kuitenkin myös yksi pienryhmä, jossa kierrätystä ryhmän jäseneltä toiselle tapahtui. Ohjaimen kierrättämisen ei siis voida katsoa vaikuttavan pienryhmien itsearvioituun onnistumiseen. Ohjainten kierrättämisten lukumäärät on esitetty pienryhmäkohtaisesti taulukossa 8.

Pienryhmä	Ohjaimen kierrättämisen lkm
Ryhmä I	4
Ryhmä II	0
Ryhmä III	2
Ryhmä IV	1
Ryhmä V	2
<i>Ryhmä VI</i>	1
<i>Ryhmä VII</i>	3
<i>Ryhmä VIII</i>	1

Taulukko 8. Pienryhmien ohjaimen kierrättämisen lukumäärät yhteistyöprosessin aikana eli kuinka monta kertaa ohjainta vaihdettiin pienryhmissä ryhmäläiseltä toiselle yhteistyön aikana.

5.3.3. *Pienryhmien suoriutumisaajat*

Kolmas tekijä, jonka yhteydestä pienryhmien yhteistyöprosessin koettuun onnistumiseen ei tässä tutkimuksessa saatu näyttöä, oli suoriutumisaika. Suoriutumisaika on yksi tapa mitata suoritusta. Yleisesti nopea suoriutuminen rinnastetaan suorituskyykyyn ja tehokkuuteen (katso esim. Roberts et al., 2003) sekä tehtävän helppouteen. Pitkittyvään prosessiin taas liitetään helposti käsitys tehtävän vaikeudesta, tehottomuudesta ja ryhmän toimimattomuudesta. Tässä tutkimuksessa tutkittiin yhteistyötehtävän suoritusnopeuden yhteyttä pienryhmien itsearvioituun onnistumiseen. Tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita siitä, kokevatko nopeasti suoriutuneiden pienryhmien jäsenet itsensä ja ryhmänsä onnistuneiksi. Niin ikään haluttiin selvittää, onko prosessin pidemmällä kestolla taas yhteys ryhmäläisten tunteisiin prosessin epäonnistumisesta.

Yhteistyötehtävän virtuaalitullassa oli suunniteltu kestävän 20 minuuttia. Tämä oli maksimiaika, jonka lähestyessä ja täytyttyä pienryhmiä kehoitettiin lopettelemaan suunnittelutyötään ja tekemään viimeiset haluamansa muutokset. Pienryhmät saivat

lopettaa suunnittelutehtävänsä ennen 20 minuutin aikarajaakin, jos kokivat olevansa valmiita.

Suunnittelutehtävän suoriutumisajalla ei havaittu olevan vaikutusta pienryhmien koettuun onnistumiseen. Yhteistyöprosessinsa epäonnistuneeksi arvioineet pienryhmät eli ryhmät VI-VIII olivat suoriutumisajoissaan lähellä toisiaan. Näiden kolmen pienryhmän ajat sijoittuivat välille 15:34 ja 18:57 minuuttia (taulukko 9).

Yhteistyöprosessinsa onnistuneeksi arvioineiden pienryhmien eli ryhmien I-III suoriutumisajat vaihtelivat jo enemmän. Ryhmät I ja II ylsivät hieman yli 20 minuuttiin, mutta Ryhmä III sai suunnittelutehtävän suoritettua 07:40 minuutissa.

Ryhmät IV ja V jäivät itsearviointiensa mukaan onnistuneiden ja epäonnistuneiden pienryhmien väliin. Ryhmä IV oli suunnittelutehtävän suorittamisessa kaikista pienryhmistä nopein ajalla 07:35 minuuttia. Ryhmä V suoritti annetun tehtävän 18:38 minuutissa. Kaikkien kahdeksan pienryhmän suoriutumisajat pisimmästä lyhimpään on esitetty taulukossa 9.

Yhteistyönsä onnistuneeksi arvioineiden pienryhmien nopeus yhteistyöprosessin suorittamisessa siis vaihteli paljon enemmän kuin yhteistyönsä epäonnistuneeksi arvioineiden. Myös näiden kahden kategorian väliin jäävien pienryhmien suoriutumisajat erosivat toisistaan huomattavasti. Suoriutumisajan ei siis voida katsoa vaikuttavan yhteistyöprosessin koettuun onnistumiseen.

Yhteistyön kesto (min)	Pienryhmä
20:24	Ryhmä I
20:09	Ryhmä II
18:57	<i>Ryhmä VI</i>
18:38	Ryhmä V
16:10	<i>Ryhmä VIII</i>
15:34	<i>Ryhmä VII</i>
07:40	Ryhmä III
07:35	Ryhmä IV

Taulukko 9. Pienryhmät suunnittelutehtävän keston mukaisessa järjestyksessä.

6. Pohdinta

Yhteistyön piirteet virtuaalitulossa -tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millaista yhteistyö pienryhmissä on ulkopuolisen näkökulmasta silloin, kun pienryhmän toiminta on ryhmäläisten itsensä mielestä onnistunutta. Tarkemmin tätä tutkittiin selvittämällä, mitkä piirteet erottivat yhteistyössään onnistuneet ja epäonnistuneet pienryhmät toisistaan. Tässä osiossa pohditaan löydettyjä tuloksia, tutkimusprosessia ja käytettyä aineistoa, jatkotutkimusehdotuksia sekä tulosten antia käytäntöön.

6.1. Tulosten arviointia

Löydetystä tuloksista aktiivisuuden jakautuminen ja hiljaisuuden tiheys olivat erisuuntaisia. Aktiivisuuden jakautuminen oli yksilökohtaista, kun taas hiljaisuus oli ryhmäkohtaista. Yhteistyönsä onnistuneeksi kokeneilla pienryhmillä yksilöiden aktiivisuus jakautui tasaisemmin ja hiljaisuutta oli ryhmätasolla harvemmin kuin yhteistyönsä epäonnistuneeksi kokeneissa pienryhmissä. Tämä nostaa esiin kysymyksiä ryhmäläisten roolin merkityksestä yhteistyölle. Mahdollisesti ryhmäläisten aktiivisempi rooli, olipa aktiivisuus sitten verbaalista tai fyysistä, vähentää hiljaisuutta. Ryhmäläisten passiivinen rooli voi niin ikään lisätä hiljaisuutta.

Hiljaisuus näyttää tässä tutkimuksessa linkittyvän epäonnistumisen tunteisiin ryhmätyössä. Kenties suomalaisessa kulttuurissa sosiaalisissa tilanteissa, joissa on jokin selkeä päämäärä ja tehtävä tehtävänä, hiljaisuutta ei pidetä niin hyväksyttävänä kuin vapaammissa sosiaalisissa tilanteissa. Pelkästään tämän tutkimuksen perusteella ei voida vielä sanoa, lisäikö hiljaisuuden tiheä esiintyminen ryhmäläisten epäonnistumisen kokemuksiin, vai aiheuttiko epäonnistunut ryhmätyöskentely enemmän ja useammin hiljaisia hetkiä prosessin aikana. Vaikuttaisi kuitenkin siltä, että pienryhmissä suoritettavassa suunnittelutehtävässä hiljaisuus ei näyttäydy ainakaan yhteistyötä edistävänä ilmiönä.

6.2. Tutkimusprosessin ja aineiston pohdintaa

Aikaisemmat tutkimukset virtuaaliympäristöistä ovat keskittyneet tekniseen toteutukseen ja ihminen-teknologia-yhteistyöhön. Tämä tutkimus tehtiin osallistujien eli ihmisten näkökulmaan ja kokemuksiin keskittyen. Erona muihin alan tutkimuksiin tutkittiin myös, voiko ulkopuolinen havaita yhteistyön sujumisen tai toimimattomuuden.

Tutkimus toteutettiin manuaalisella videoanalyysillä ilman automaattisia videoanalyysiohjelmia, mikä ei ole informaatiotieteiden alalla kovin yleistä. Vaikka videoanalyysissä on manuaalisestikin toteutettuna paljon etuja, sen manuaalinen toteuttaminen mahdollistaa inhimillisten virheiden tapahtumisen analyysin aikana. Niin ikään analysoitavien kommunikaatiointoimintojen valinnan, niiden luokittelun ja yhdistämisen toteuttaminen toisin voi antaa toisenlaisia tuloksia. Tutkimuksen ja analyysin toteuttaminen useamman tutkijan voimin lisäisi tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimuksessa osallistujia oli 24 ja näistä koottuja pienryhmiä kahdeksan. Pienen otoskoon vuoksi tämän tutkimuksen tulokset ovat vasta alustavia havaintoja ja lisää tutkimuksia aiheesta ja löydetystä tuloksista tarvitaan. Datan analysoinnissa paljon kommunikaatiointoimintoja rajattiin analysoinnin ulkopuolelle. Tarkemmalla tutkimisella ja isommalla otoskoolla näistä saattaisi löytyä uusia yhteyksiä yhteistyöprosessin koettuun onnistumiseen pienryhmillä.

Informaatiotieteiden alalta Herrmann ja muut [2013] määrittelivät yhteistyön prosessiksi, jossa muun muassa ihmiset yleensä tuntevat toisensa. VE-Bike-tutkimuksessa kerätyssä aineistossa osallistujat eivät tunteneet toisiaan ennalta. Tällä seikalla voi olla suurta merkitystä tutkimustuloksiin. Tulokset olisivat voineet olla erilaiset, jos osallistujat olisivat olleet samalta kurssilta, vuosikurssilta tai muuten tunteneet tai tienneet toisensa entuudestaan.

Kaikille VE-Bike-tutkimukseen osallistuneille virtuaalilateknikka oli uutta. Steen ja muut [2013] pohtivat oman tutkimuksensa yhteydessä, että teknologian (heidän tutkimuksessaan simulaatioiden) käyttö voi vaikuttaa negatiivisesti osallistujien kokemuksiin sosiaalisesta yhteenkuuluvuudesta sekä osallistujien tyytyväisyyteen omasta panoksestaan yhteistyössä suoritettavaan tehtävään. Teknologiaan keskittyminen voi vähentää keskittymistä sosiaaliseen kanssakäymiseen [Steen et al., 2013]. Steenin ja muiden pohdinta sopii hyvin myös tämän tutkimuksen yhteyteen. Etenkin uuden teknologian käyttäminen voi viedä huomiota pois sosiaalisesta kanssakäymisestä ja heikentää tyytyväisyyttä vuorovaikutukseen ja yhteistyöprosessiin. Osallistujien kokemukset yhteistyön onnistumisesta saattaisivat olla erilaisia, jos tutkimus toistettaisiin käytettävän teknologian ollessa kaikille osallistujille tuttua. VE-teknologia yleistyy ja yhä useampi ihminen kohtaa, kokeilee ja käyttää sitä. Lähitulevaisuudessa tämän tutkimuksen toistaminen VE-teknologiaa aikaisemmin käyttäneillä osallistujilla on hyvinkin mahdollista.

6.3. Jatkotutkimusehdotuksia

VE-Bike-tutkimus toteutettiin suomalaisessa kulttuurissa ja kaikki tutkimuksiin osallistujat olivat suomalaisia. Tämä herättää jatkokysymyksiä kulttuurin vaikutuksesta. Suomalaisessa kulttuurissa henkilökohtaisen tilan tarve on suurempi kuin monissa muissa kulttuureissa ja ihmiset pitävät enemmän fyysistä etäisyyttä toisiinsa. VE-Bike-tutkimuksessa käytetyssä virtuaalitilassa osallistujien oli seisottava hyvin lähekkäin, eikä mahdollisuutta fyysisen etäisyyden ottamiseen muista juurikaan ollut. On mahdollista, että tällä oli vaikutusta osallistujien stressin määrään ja mukavuuteen. Tämä voi ilmetä nonverbaalisessa kommunikaatiossa, mikä edelleen vaikuttaa muihin ryhmäläisiin ja näin kaikkien ryhmäläisten kokemuksiin yhteistyöstä. Tutkimuksen toistaminen toisessa kulttuurissa voisi antaa vastauksia kulttuurin mahdollisesta vaikutuksesta yhteistyöprosessin koettuun onnistumiseen.

Kulttuurin lisäksi sukupuolella on mahdollisesti vaikutusta osallistujaan itseensä sekä muihin ryhmäläisiin. On todettu, että miehet ja naiset kommunikoivat hieman eri tavoin. Yhtä pienryhmää lukuun ottamatta kaikissa pienryhmissä oli yksi naisjäsen, joten sukupuolen vaikutuksesta yhteistyöprosessin itsearviointuun onnistumiseen ei voida tässä tutkimuksessa tehdä johtopäätöksiä. Sukupuolen osuus yhteistyöprosessin koettuun onnistumiseen on kuitenkin mielenkiintoinen tutkimuskohde jatkossa.

Kolmas jatkotutkimusten kannalta kiintoisa aihe on käytössä ollut teknologia. Se, minkälaista teknologiaa on yhteistyön aikana käytetty, voi vaikuttaa yhteistyöprosessin ja vuorovaikutuksen onnistumisen kokemuksiin. CAVE-tilassa osallistujat katsoivat yhteiseen kohteeseen virtuaalilasien kautta. Osallistujat siis katsoivat suurimmaksi osaksi samaan suuntaan, mutta eivät toisiinsa. On mahdollista, että ryhmäläiset olisivat voineet kokea kommunikaation ja yhteistyön toimivammaksi, jos he olisivat saaneet toisiinsa enemmän katsekontaktia. Vastaavasti jännittyneet asennot eivät tässä tutkimuksessa ehkä tulleet osallistujille tietoon, kun heidän katseensa ja huomionsa kohdistuivat nyt muualle. Muiden ryhmäläisten jännittyneiden asentojen parempi havaitseminen olisi voinut vaikuttaa osallistujien kokemuksiin negatiivisemmin. Tutkimuksen toistaminen sellaisella VE-teknologialla, joka mahdollistaa paremman katsekontaktin, voisi paljastaa yhteyksiä yhteistyössä käytetyn teknologian ja yhteistyön onnistumisen kokemusten välillä.

6.4. Tulosten anti käytäntöön

Tässä tutkimuksessa löydetty tulokset ovat kiinnostavia paitsi teoreettisesti, myös käytännön sovelluskohteiden kannalta. VE-tiloissa toteutettavien yhteistyöprosessien ohjaajille on hyödyllistä ja tärkeää havaita yhteistyöprosessin aikana ryhmien ulkopuolelta ne hetket ja piirteet, jotka viestivät yhteistyön ongelmista. Tarvittaessa ohjaaja voi puuttua yhteistyöhön.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella ohjaajan on hyvä huomioida, että usein esiintyvät hiljaiset hetket ja ryhmäläisten vähäinen verbaalinen ja fyysinen aktiivisuus voivat olla merkki yhteistyön sujumattomuudesta. Yhteistyöprosessin optimoimiseksi ohjaajan tulee varmistaa kaikkien ryhmäläisten osallistuminen yhteistyöhön kannustamalla heitä verbaaliseen ja fyysiseen aktiivisuuteen. Sen sijaan ohjaimen kierrättämisen, kehon asentojen ja ryhmän suoriutumisaajan yhteys yhteistyön sujumiseen tai sujumattomuuteen ei noussut tässä tutkimuksessa esille.

Tässä esitetyt tulokset ja pohdinnat ovat vasta alustavia, ja lisää tutkimusta aiheesta tarvitaan. Löydetty tulokset ovat kuitenkin lupaavia ja ne antavat yhä yleistyvän VE-tiloissa toteutettavan yhteistyön ohjaajille hyviä tilaisuuksia parantaa osallistujien kokemuksia ja yhteistyön tuloksia. Aikaisemmin palautetta yhteistyöstä on voitu saada osallistujilta vasta jälkeenpäin ja hyödyntää sitä vasta seuraavissa yhteistyöprosesseissa. Näiden tulosten avulla yhteistyötä voidaan parantaa heti jo saman yhteistyöprosessin aikana.

7. Yhteenveto

Virtuaaliympäristöjen ja muun virtuaalitekniikan käyttö yleistyy monilla aloilla ja monissa tehtävissä. Immersiiviset virtuaaliympäristöt mahdollistavat monen käyttäjän vuorovaikutuksen ja yhtäaikaisen työskentelyn samassa virtuaaliympäristössä ja saman tehtävän parissa. Virtuaaliympäristöjä käytetäänkin jo monen alan työtehtävissä, tutkimuksessa, koulutuksessa ja viihdekäytössä.

Tutkimus ja kehitystyö ovat kuitenkin keskittyneet lähinnä käyttäjien yhteistyön ja ihmisen ja teknologian välisen yhteistyön tekniseen toteutukseen. Ihmisten välisen yhteistyön tutkiminen osallistujien kokemusten kautta on jäänyt vähälle. Osallistujien kokemusten huomioiminen on tärkeää ihmisten välisten suhteiden, hyvinvoinnin ja tehtävän onnistumisen kannalta. Yhteistyön ongelmien havaitseminen ulkoapäin mahdollistaa jonkun ulkopuolisen vaikuttamisen yhteistyöhön jo yhteistyöprosessin aikana. Näin voidaan parantaa osallistujien kokemuksia ja yhteistyön lopputuloksia.

Tässä tutkimuksessa tavoitteena oli havaita mitkä piirteet erottavat yhteistyössään onnistuneet ja epäonnistuneet pienryhmät toisistaan. Tutkimuskysymyksenä oli: Millaista yhteistyö on pienryhmissä ulkopuolisen tarkkailijan näkökulmasta silloin, kun pienryhmän toiminta on ryhmäläisten mielestä onnistunutta tai epäonnistunutta? Aikaisempiin tutkimuksiin erona oli videoanalyysin käyttö tutkimusmenetelmänä sekä pienryhmäläisten itsearviointien käyttö yhteistyön onnistumisen mittarina.

Tutkimuksen aineistona käytettiin Tiaisen ja Ellmanin vuoden 2015 VE-Bike-tutkimuksessa kerättyä videomateriaalia pienryhmien yhteistyöstä CAVE-virtuaalitulossa. Tutkimus suoritettiin käyttäen tutkimusmenetelmänä videoanalyysiä, joka toteutettiin manuaalisesti ilman automaattisia videoanalyysiohjelmiä. Videoanalyysissä tutkittiin pienryhmäläisten verbaalista ja nonverbaalista kommunikaatiota, ohjaimen kierrättämistä pienryhmissä sekä pienryhmien nopeutta yhteistyöprosessista suoriutumisessa.

Tuloksina löydettiin kaksi piirrettä, joiden suhteen yhteistyössään onnistuneet ja epäonnistuneet pienryhmät erosivat toisistaan. Ryhmäläisten yksilötason aktiivisuus jakautui tasaisemmin onnistuneissa pienryhmissä kuin epäonnistuneissa pienryhmissä. Ryhmätason hiljaisuutta taas esiintyi epäonnistuneilla pienryhmillä useammin. Eroja onnistuneiden ja epäonnistuneiden pienryhmien välillä ei löydetty avointen ja jännittyneiden asentojen määrästä tai jakautumisesta, ohjaimen kierrättämisen määrästä pienryhmien sisällä eikä pienryhmien suoriutumisaajoista.

Näiden tulosten perusteella yhteistyötilanteiden ohjaajien on hyvä olla tietoisia siitä, että usein esiintyvät hiljaiset hetket ja ryhmäläisten vähäinen verbaalinen ja fyysinen aktiivisuus voivat olla merkki yhteistyön ongelmista. Yhteistyöprosessin optimoimiseksi ohjaajan tulee varmistaa kaikkien osallistujien osallistuminen yhteistyöhön kannustamalla heitä verbaaliseen ja fyysiseen aktiivisuuteen.

Lähdeluettelo

- Argyle M. 2013. *Cooperation: The Basis of Sociability*. Routledge.
- Benford S., Greenhalgh C., Rodden T., and Pycock J. 2001. Collaborative Virtual Environments. *Communication of the ACM* 44, 7 (2001), 79-85.
- Bhattacharya A., Choudhury D., and Dey D. 2016. Emotion Recognition from Facial Image Analysis Using Composite Similarity Measure Aided Bidimensional Empirical Mode Decomposition. In: *2016 IEEE First International Conference on Control, Measurement and Instrumentation (CMI)*, January 8-10 (2016), 336-340.
- Blanco-Gonzalo R., Diaz-Fernandez L., Miguel-Hurtado O., and Sanchez-Reillo R. 2013. Usability Evaluation of Biometrics in Mobile Environments. In: *Human System Interaction (HSI), The 6th International Conference*, June 6-8 (2013), 123-128.
- Blandford A., Stelmaszewska H., and Bryan-Kinns N. 2001. Use of Multiple Digital Libraries: A Case Study. In: *Joint Conference on Digital Libraries '01*, June 24-28 (2001), 179-188.
- Canary D. and Cody M. 1993. *Interpersonal Communication: A Goal-Based Approach*. St. Martin's Press.
- Carbaugh D., Berry M., and Nurmikari-Berry M. 2006. Coding personhood through cultural terms and practices: Silence and quietude as a Finnish "natural way of being". *Journal of Language and Social Psychology* 25, 3 (Sept. 2006), 203-220.
- Chastine J. W., Brooks J. C., Zhu Y., Owen G. S., Harrison R. W., and Weber I. T. 2005. Ammp-vis: A collaborative virtual environment for molecular modeling. In: *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, (2005), 8-15.
- Chodos D., Stroulia E., Boechler P., King S., Kuras P., Carbonaro M., and de Jong E. 2010. Healthcare Education with Virtual-World Simulations. In: *SEHC '10 Proceedings of the 2010 ICSE Workshop on Software Engineering in Health Care*, (May 2010), 89-99.
- Churchill E., Snowdon D., and Munro A. 2001. *Collaborative Virtual Environments: Digital Places and Spaces for Interaction*. Springer.
- Coleman D. and Levine S. 2008. *Collaboration 2.0: Technology and Best Practices for Successful Collaboration in a Web 2.0 World*. Happy About.

- Cruz-Neira C., Sandin D., and DeFanti T. 1993. Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE. In: *Proc. ACM SIGGRAPH '93*, New York: ACM Press: 135-142.
- Dionisio J. D. N., Burns III W. G., and Gilbert R. 2013. 3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities. *ACM Computing Surveys (CSUR)* 45, 3 Article 34, (June 2013).
- Ducheneaut N., Yee N., Nickell E., and Moore R. J. 2006. "Alone together?": exploring the social dynamics of massively multiplayer online games. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (2006), 407–416.
- Duval T., Nguyen T., Fleury C., Chauffaut A., Dumont G., and Gouranton V. 2013. Improving awareness for 3D virtual collaboration by embedding the features of users' physical environments and by augmenting interaction tools with cognitive feedback cues. *Multimodal User Interfaces* 8 (2014), 187-197.
- Engelbrecht P. 2004. Trans-Disciplinary Collaboration. In: *Keys to educational psychology*. Juta and Company Ltd. 248-249.
- Gabrielova E. and Lopes C. 2014. Impact of Event Filtering on OpenSimulator Server Performance. In: *SummerSim '14 Proceedings of the 2014 Summer Simulation Multiconference*, Article 31 (July 2014).
- Galanes G. and Adams K. 2013. *Effective Group Discussion: Theory and Practice*. McGraw-Hill.
- Gamble T. and Gamble M. 2003. *The Gender Communication Connection*. Houghton Mifflin Company.
- Heath C., Hindmarsh J., and Luff P. 2010. *Video in Qualitative Research: Analysing Social Interaction in Everyday Life*. SAGE Publications.
- Herrmann T., Nolte A., and Prilla M. 2012. Awareness Support for Combining Individual and Collaborative Process Design in Co-located Meetings. *Computer Supported Cooperative Work* 22 (2013), 241–270.
- Johnson A., Roussos M., Leigh J., Vasilakis C., Barnes C., and Moher T. 1998. The nice project: Learning together in a virtual world. In: *Virtual Reality Annual International Symposium*, IEEE Computer Society, (1998), 176–176.
- Kauff P. and Schreer O. 2002. An immersive 3d videoconferencing system using shared virtual team user environments. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Collaborative Virtual Environments*, (2002), 105–112.

- Kleinsmann M. and Valkenburg R., 2008. Barriers and Enablers for Creating Shared Understanding in Co-design Projects. *Design Studies* 29, 4 (2008), 369–386.
- Knoblauch H., Schnettler B., and Raab J. 2006. *Video Analysis: Methodology and Methods*. Peter Lang GmbH.
- Lievrouw L. and Finn T. 1990. Identifying the common dimensions of communication: The communication systems model. In: *Mediation, information, and communication: Information and behavior* Vol. 3. Transaction Publishers. 37-65.
- Mavridis N. 2014. A review of verbal and non-verbal human-robot interactive communication. *Robotics and Autonomous Systems* 63 (2015) 22-35.
- McShane S. and von Glinow M. 2000. *Organizational Behavior*. McGraw-Hill Education. 315-318.
- Milgram P. and Kishino F. 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*, vol. E77-D, 12, (1994), 1321–1329.
- Nan X., Zhang Z., Zhang N., Guo F., He Y., and Guan L. 2014. vDesign: a CAVE-based virtual design environment using hand interactions. *Journal on Multimodal User Interfaces*, vol. 8, 4, (Oct. 2014), 367–379.
- Negrón A., Bernal N., and López G. 2015. Nonverbal interaction contextualized in collaborative virtual environments. *Multimodal User Interfaces* 9 (2015), 253–260.
- Park K. S., Kapoor A., and Leigh J. 2000. Lessons learned from employing multiple perspectives in a collaborative virtual environment for visualizing scientific data. In: *Proceedings of the Third International Conference on Collaborative Virtual Environments*, (Aug. 2000), 73–82.
- Patel H., Pettitt M., and Wilson J. R. 2011. Factors of collaborative working: A framework for a collaboration model. *Applied Ergonomics* 43 (2012), 1-26.
- Patterson M. L. 2002. Psychology of Nonverbal Communication and Interpersonal Interaction. In: *Encyclopedia of life support systems (EOLSS), Psychology*. Oxford, UK: [http://www.eolss.net].
- Roberts D., Wolff R., Otto O., and Steed A. 2003. Constructing a Gazebo: Supporting team work in a tightly coupled, distributed task in virtual reality. *MIT Press Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12, 6 (2003), 644-667.
- Second Life, Linden Lab, San Francisco, CA. Second Life - Building Login Image, Linden Lab, Flickr. 16.12.2016.

<https://www.flickr.com/photos/lindenlab/14207538237/in/album-72157633789899717/>

- Steen M., Arendsen J., Cremers A., de Jong A., de Jong J., and de Koning N. 2013. Using interactive model simulations in co-design: an experiment in urban design. *CoDesign: International Journal of CoCreation in Design and the Arts* 9, 1 (2013), 2-16.
- Suman S., Amini A., Elson B., and Reynolds P. 2010. Design and Development of Virtual Learning Environment Using Open Source Virtual World Technology. In: *Key Competencies in the Knowledge Society, IFIP TC 3 International Conference*, (2010), Springer Berlin Heidelberg, 379-388.
- Tiainen T. and Ellman A. 2015. Product Co-Creation in Virtual Environment: Successfulness from Participants' Point-of-view. *Julkaisematon käsikirjoitus*.
- Trenholm S. and Jensen A. 2008. *Interpersonal communication*. Oxford University Press.
- Turk C. 1985. *Effective Speaking: Communicating in Speech*. Routledge.
- Varvello M., Ferrari S., Biersack E., and Diot C. 2011. Exploring Second Life. *IEEE/ACM Transactions on Networking (TON)* 19, 1 (Feb. 2011), 80-91.
- Young M., Rieser J., and Bodenheimer B. 2015. Dyadic Interactions with Avatars in Immersive Virtual Environments: High Fiving. In: *SAP '15 Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Applied Perception*, (Sept. 2015), 119-126.
- Åkesson K. and Simsarian K. 1999. Reality Portals. In: *VRST '99 Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, 11-18.